Facultad de Ingeniería

Ingeniería Industrial

Trabajo de Investigación:
"Mejora de la productividad en la línea de jeans en una empresa de confección textil aplicando la metodología Lean Manufacturing"

Pusacclla Choquehuanca, Jose David
Trujillo Minaya, Jesús Alberto

para optar el Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Industrial

Lima – Perú
2020

RESUMEN

Christian Serge Ibarra Osorio posee una empresa como persona natural con negocio en el rubro textil ubicada en la ciudad de Lima que confecciona jeans de alta calidad. Las empresas del sector textil peruano en su mayoría, como cualquier tipo de empresa, buscan de manera constante un método de atender la demanda futura o existente y obtener lo máxima rentabilidad, pero sin la necesidad de afectar de manera significativa sus reservas financieras. Además de poder competir con las empresas extranjeras que están acaparando el mercado de manera progresiva.

En el proyecto de investigación se presenta la siguiente situación, un cliente requiere la confección de 1300 jeans industriales de 14 onzas con fecha de entrega de 26 días laborables. El contratiempo se expone con el nivel de producción regular mensual de la empresa, el cual es, entre 820 y 830 unidades. Se identifico los problemas que impiden alcanzar un óptimo nivel de productividad, siendo los más importantes, la pérdida de tiempo en esperas y la acumulación de inventario entre estaciones generando un flujo discontinuo de producción. Se prosiguió al diseño de una solución por intermedio de las técnicas Lean Manufacturing, específicamente, VSM, SMED y Heijunka.

Mediante la implementación se estimó el incremento de la producción de 862 a 1388 unidades y la reducción de los tiempos de proceso de 343.68 a 148.95 minutos. Los resultados obtenidos demuestran un aumento del 27 % en la productividad.

Este trabajo va dedicado a Dios, que nos dio salud, paciencia y capacidad para poder realizar este trabajo, a nuestros padres, que sin su ayuda en nuestra formación profesional nada hubiese sido posible, y a todas las personas que intervinieron directa o indirectamente a la realización de este trabajo. Con todo nuestro cariño y respeto, ¡Muchas Gracias!

En primer lugar, queremos agradecer a Dios por darnos la posibilidad de realizar este trabajo, brindándonos de su bendición, cuidado y amor eterno. En segundo lugar, queremos agradecer a nuestros padres, debido a que, sin su ayuda económica, social, emocional y cultural, no hubiésemos logrado nada. Nuestros padres jugaron un papel importante en nuestra formación profesional, inculcándonos valores que nos fueron de gran utilidad para poder elaborar este trabajo. En tercer lugar, a nuestro profesor, por brindarnos de su conocimiento, tiempo y paciencia para la realización de este trabajo, por ser parte de nuestra formación profesional y proveernos de su sabiduría. En cuarto lugar, queremos agradecer a nuestros compañeros que, a lo largo de este camino, el apoyo mutuo y los largos debates permitieron que este trabajo pueda ser realizado. A todos ellos, ¡Muchas Gracias!

Contenido

INTRODUCCIÓN 8
CÁPITULO I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 10
1.1. Estado de situación 10
1.2. Problemas de investigación 15
1.3. Preguntas de investigación 15
1.4. Objetivos de investigación 16
1.5. Justificación 16
1.6. Alcance y delimitación del tema 17
1.7. Hipótesis 17
CÁPITULO II. MARCO TEÓRICO 18
2.1. Antecedentes 18
2.2. Bases teóricas 21
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA 33
3.2. Enfoque, alcance y diseño 33
3.2. Matrices de lineamiento 34
3.3. Técnicas e instrumentos 37
3.4. Aplicación de método implementación de Lean Manufacturing 40
3.5. Diseño estadístico 71
CAPITULO IV. RESULTADOS 72
4.1. Resultados de la aplicación de las técnicas 72
4.2. Resultados en el rendimiento alcanzado 82
4.3. Análisis de la relación entre las técnicas y el rendimiento 82
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 85
BIBLIOGRAFIA 87
ANEXOS: 90

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ficha técnica de Pantalón Jean industrial 12
Figura 2. Diagrama de operaciones del proceso de confección de Jeans industriales 13
Figura 3. Diagrama de actividades del proceso de confección de Jeans industriales 14
Figura 4. Simbología VSM 24
Figura 5. Situación de VSM.....24
Figura 6. Tiempo de cambio 25
Figura 7. Operaciones internas & externas.....26
Figura 8. Manufactura celular 27
Figura 9. Implementación de célula en el VSM futuro.....28
Figura 10. Flujo Kanban de línea de producción con cuatro estaciones de trabajo 29
Figura 11. Modelo de Kanban de producción 30
Figura 12. Modelo de Kanban de transporte.....30
Figura 13. La productividad y sus componentes 31
Figura 14. Ficha de observación SMED 37
Figura 15. Kanban de transporte.....38
Figura 16. Kanban de Producción.....38
Figura 17. Ficha de instrucciones.....39
Figura 18. Número de operadores requeridos 44
Figura 19. Proceso de Jefatura de Producción.....44
Figura 20. Proceso de Cliente.....45
Figura 21. Proceso de Proveedor 45
Figura 22. Procesos de Almacén de telas 46
Figura 23. Proceso de Almacén de Avíos.....47
Figura 24. Proceso de Corte 48
Figura 25. Proceso de Costura.....49
Figura 26. Proceso de servicios tercerizados 1.....50
Figura 27. Proceso de Acabados 1 51
Figura 28. Proceso de Servicios Tercerizados 2 52
Figura 29. Proceso de Acabados 2 53
Figura 30. Proceso de Almacén de Producto Terminado.....54
Figura 31. Layout de empresa en situación actual 55
Figura 32. VSM de situación actual 56
Figura 33. Diagrama de Pareto 60
Figura 34. Desperdicios vs. Herramientas.....61
Figura 35. Diseño de célula de manufactura para implementación 63
Figura 36. Tiempo Takt ideal 64
Figura 37. Número de operadores requeridos 67
Figura 38. Layout de situación futura.....68
Figura 39. VSM de situación futura 70
Figura 40. Antes y después op. int. op. ext.....83

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Muda.....32
Tabla 2 Matriz de consistencia 34
Tabla 3 Matriz Operacional.....36
Tabla 4 Diseño de metodología de implementación Lean Manufacturing.....40
Tabla 5 Flujo de valor identificando procesos 41
Tabla 6 Recolección de datos.....42
Tabla 7 Tiempo de ciclo 43
Tabla 8 Datos de proceso de almacén de telas 46
Tabla 9 Datos de proceso de almacén de avíos 47
Tabla 10 Datos de proceso de corte.....48
Tabla 11 Datos de proceso de costura.....49
Tabla 12 Datos de proceso de servicios tercerizados 1.....50
Tabla 13 Datos de proceso de acabados 1 51
Tabla 14 Datos de proceso de servicios tercerizados 2.....52
Tabla 15 Datos de proceso de acabados 2 53
Tabla 16 Datos de almacén de producto terminado 54
Tabla 17 Requerimiento, indicador y formula de producción diaria estimada. 57
Tabla 18 Indicador porcentual estimado y producción diaria estimada.....57
Tabla 19 Verificación de VSM situación actual. 58
Tabla 20 Datos recolectados de la encuesta al personal.....59
Tabla 21 Porcentaje acumulado de encuesta al personal 59
Tabla 22 Revisión de actividades de situación actual antes de aplicación SMED 62
Tabla 23 Tiempo de actividades en lote de 34 uds, unidad y célula de 25 unidades 65
Tabla 24 Identificación de numero ideal de operadores.....66
Tabla 25 Balance en línea y asignación de funciones.....67
Tabla 26 Control de producción luego de aplicación de célula de manufactura.....69
Tabla 27 Comparación de unidades y tiempo por unidad antes de implementación 72
Tabla 28 Verificación de VSM situación futura. 73
Tabla 29 Fase de operaciones internas a externas luego de implementación SMED.....74
Tabla 30 Control de producción del día 1 después de la implementación de la célula. 75
Tabla 31 Control de producción del día 2 después de la implementación de la célula. 76
Tabla 32 Control de producción del día 3 después de la implementación de la célula. 76
Tabla 33 Comparación de unidades y tiempo por unidad después de implementación 77
Tabla 34 Prueba de Kolmogorov-Smirnov en la diferencia de tiempos de procesos.....78
Tabla 35 Prueba de Kolmogorov-Smirnov en la diferencia de producción 78
Tabla 36 Tiempo promedio antes y después de implementación. 79
Tabla 37 Estadísticas de muestras emparejadas tiempo promedio unitario.....79
Tabla 38 Correlaciones de muestras emparejadas tiempo promedio unitario 79
Tabla 39 Prueba de hipótesis T-Student de tiempo promedio unitario.....80
Tabla 40 Producción diaria promedio antes y después de implementación 80
Tabla 41 Estadísticas de muestras emparejadas producción diaria promedio 81
Tabla 42 Correlaciones de muestras emparejadas producción diaria promedio 81
Tabla 43 Prueba de hipótesis T-Student de producción diaria promedio 81

Tabla 44 Resultados de rendimiento alcanzado.....82
Tabla 45 Diagnostico VSM.....82
Tabla 46 Comparación de indicadores en función a SMED.....83
Tabla 47 Comparación de indicadores en función en función a Heijunka.....84

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se desarrollará en base a la aplicación de la metodología Lean Manufacturing a una empresa dedicada a la confección de pantalones de jean industrial, con el objetivo de aumentar la productividad de esta línea de producción en una empresa. Las principales razones que conllevan a realizar está investigación son: La globalización de mercado y la competencia nacional e internacional. La investigación tiene como objetivo principal el demostrar que la utilización del Lean Manufacturing, aparte de la generación de productividad, vuelve a las empresas competitivas frente a los requerimientos en el mercado.

En el primer capítulo, se enfoca en la descripción del proyecto. Reconocer la situación actual de la empresa con la descripción del producto y el proceso productivo, así también, se definen las preguntas, objetivos e hipótesis de investigación.

En el segundo capítulo, se presenta el marco teórico, el cual se basa en la recopilación de las investigaciones previas relacionadas con el caso. Se explayará sobre la historia del lean Manufacturing, las técnicas que se utilizaran en la investigación, los instrumentos de medición además de definir conceptos claves para la ejecución de la propuesta de mejora.

En el tercer capítulo, se muestra el diseño de las fases de implementación de la metodología. Se dividen en diagnóstico inicial, preparar, implementar y controlar. Se identificarán los desperdicios y oportunidades de mejora. además, se observa el diseño, funcionamiento y control de la propuesta de mejora.

En el cuarto capítulo, se enfocará en los resultados obtenidos y conclusiones luego de la implementación de la metodología. Se abordará los métodos de medición técnica y estadística. Se hará el uso de variables e indicadores para poder tener una respuesta cuantitativa sobre la mejora en la productividad con el uso de la metodología Lean Manufacturing.

El enfoque principal de este trabajo es aplicar la manufactura esbelta con el fin de ser más productivos en determinada empresa. Como implicación se debe referenciar que no todos los proyectos de investigación de un mismo tema tendrán la misma repercusión para un caso similar. Se tendrá que diseñar uno de acuerdo con los limitantes y restricciones que tenga cada empresa.

CÁPITULO I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. Estado de situación

La incorporación del Lean Manufacturing en el plano textil es recurrente en las empresas del rubro a nivel mundial. La disposición de técnicas de sencillo aprendizaje para personal nuevo o falto de conocimientos y la reducción de desperdicios de manera eficiente son las razones más relevantes. No obstante, se reconoce algunas dificultades en su uso.

Como afirma Dragoilovich & Gonzales (2016), las empresas textiles o de diferente rubro que son definidas como Mypes en países de Sudamérica tienen la desventaja de no poseer una capacidad económica alta para la inversión de recursos nuevos que ayuden a la expansión del negocio. En otro sentido, Carbonel & Prieto (2015) señala una realidad distinta es lo que sucede en Estados Unidos, Asia y el continente europeo. El porcentaje de incorporación de Lean es de 59%, 56% y 52% correspondientemente, en comparación con Latinoamérica que solo alcanza un 33% de uso. Lo que se dispone a evidenciar es como la implementación de Lean puede equiparar la falta de inversión si se emplea de forma efectiva como lo realizado en países a nivel mundial.

Según León, Marulanda & González (2017), los sistemas de información, la relación que se establece entre cliente y el proveedor, la falta de una cultura organizada, ambiente laboral estable y la constante rotación del personal son las razones de la falta éxito aparte de la inversión. Esto se puede tomar como las razones principales de porque cuesta tanto la implementación de la metodología en América latina.

En el año 2007, la Universidad de Lima, en una publicación de la revista de ingeniería Industrial N° 25 se refiere al tema de manufactura esbelta en una empresa de confecciones del país. Lo que se verifico es el porcentaje de producción por lotes que realizan las empresas en el Perú. De acuerdo con la publicación, las empresas producen en lotes un total del 95%, el 5

% restante utiliza el JIT, pero no llegan a ser tan competitivos en un grado mundial como otras empresas (Topu Top o Cotton).

La principal ventaja competitiva, como afirma Facho (2017), es su integración vertical; es decir, cuenta con todas las etapas de la cadena de producción, empezando desde el desmotado del algodón hasta el producto terminado. Para Calderón, Leyva, Miranda & País (2017), el problema es que no se está aprovechando debido a falta de tecnología o cultura organizacional. Además, es debido señalar, según Carranza (2016) que los desperdicios han sido un problema constante para las empresas textiles y de todo tipo. Cada desperdicio lleva a la empresa a perder productividad, disminuyendo la eficiencia de planta y aumentando los reprocesos que se pueden generar ocasionando desaprovechar materia prima y las oportunidades del mercado textil.

Descripción de la empresa

Gerente General: Christian Serge Ibarra Osorio

RUC: 10447937366

Dirección: C. C. Gamarra, Plaza Horizonte Int. 714

Tipo Contribuyente: Persona Natural con Negocio

Descripción del producto:

Los pantalones que confeccionan son altamente modificables, pero los estándares tienen cuatro bolsillos (dos delanteros y dos traseros) y cuatro vueltas de cintas reflectivas (dos por cada pierna). Asimismo, se tiene la opción de escoger entre cinta 3M o coreana.

La empresa compra rollos de jean crudo Denim de 25 metros, con peso de 14 onzas y un ancho de dos metros. Con esta cantidad de tela se puede realizar hasta 17 pantalones. Cuenta con una tienda en la que tienen stock permanente de las tallas 30 a 36. Para la realización de

pedidos se hacen a partir de lotes de 30 unidades. Los precios a los que está sujetos las ventas de este taller varían según la personalización que tenga el pedido de pantalón. Si es mayorista el precio varía entre 30 y 40 nuevos soles y si es minorista entre 35 y 50 nuevos soles.

	Descripción del producto
	Corte recto
	Modelo clásico
	2 bolsillos delanteros con forro de tela de algodón o lienzo
	1 bolsillo tipo relojera a la altura de la pretina, en la parte delantera derecha
	2 bolsillos posteriores con atraques o costura de seguridad
	Cierre y botón plástico delantero de diente grueso (Nº4)
	Cinta reflectiva industrial debe cumplir norma ANSI/ISEA 107-2010 (color gris plata de 1”), en extremidades inferiores.
	Botón metálico o plástico.

Figura 1. Ficha técnica de Pantalón Jean industrial
Fuente: Elaboración propia

Descripción del Proceso:

El proceso de producción de jeans de la empresa se separa en 3 fases: corte, costura y acabados. Tiene como rasgo singular la realización de trabajos tercerizados que corresponde a la fase de acabados. Además de tener operaciones que no intervienen en la manufactura como son los almacenamientos de materia prima (tela y avíos) y el de productos terminados (jeans industriales). A continuación, se observará el diagrama de operaciones y el diagrama de actividades. Las cuáles serán fundamentales para en la etapa de diagnóstico inicial y preparación de la propuesta de mejora.

Proceso Productivo

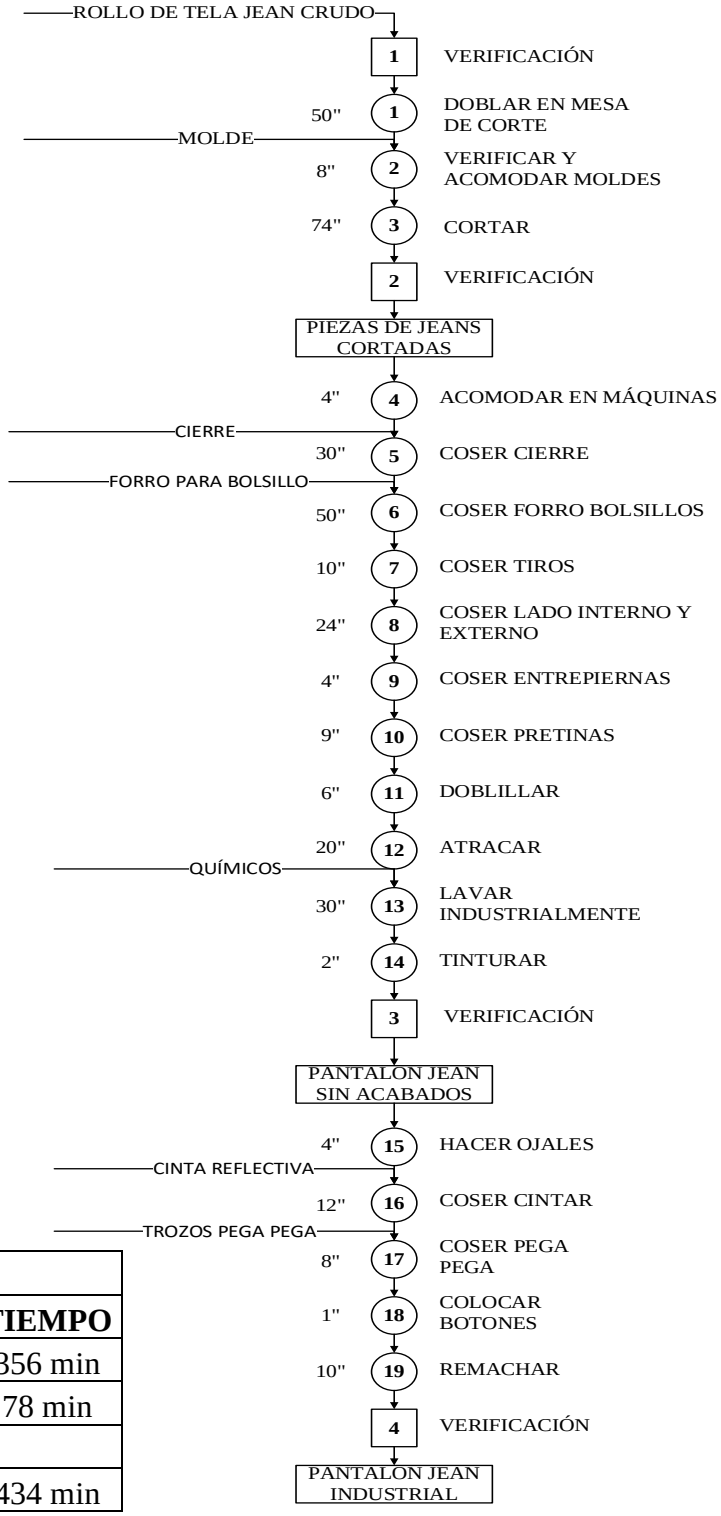

TABLA RESUMEN		
ACTIVIDAD	**CANTIDAD**	**TIEMPO**
OPERACIÓN	19	356 min
INSPECCIÓN	4	78 min
COMBINADO	-	
TOTAL	23	434 min

Figura 2. Diagrama de operaciones del proceso de confección de Jeans industriales
Fuente: Elaboración propia

HOJAS DE DATOS DE PROCESO

Producto: JEAN INDUSTRIAL Pieza: Area: Fecha: 19/06/19

○ Transformación
⇨ Transporte
□ Control
▽ Stock/Espera

N°	Descripción	Símbolos ○	⇨	□	▽	Datos: Tiempo (min)	Cantidad (uds)	Distancia (metros)	Superficie (m2)	Observaciones
1	TRAER DE ALMACÉN ROLLO DE JEAN CRUDO					20				Tiempo de espera por elevador
2	PONER SOBRE LA MESA					0.5		24		
3	DOBLAR PLIEGOS DE JEAN CRUDO					25	1ROLLO			
4	PONER MOLDES ENCIMA DE LOS DOBLECES					4				
5	CORTAR MOLDES CON CORTADORA VERTICAL					37				Promedio 37, tiempo real por rollo es de 35 a 40 minutos
6	SEPARAR PIEZAS CORTADAS					2				
7	LLEVAR PIEZAS A LA MAQUINA 5					2		24		
8	COSER CIERRE					15				
9	COSER FORROS					25	1FORRO			
10	LLEVAR A LA MAQUINA 6					1		1		
11	COSER TIROS					5				
12	LLEVAR A LA MAQUINA 2					0.5		24		
13	COSER PARTE INTERNA					6				
14	LLEVAR A LA MAQUINA 3					0.5				
15	COSER PARTE EXTERNA					6				
16	COSER ENTREPIERNAS					2				
17	LLEVAR A LA MAQUINA 6					0.5		3		
18	COSER PRETINAS					4.5				
19	LLEVAR A LA MAQUINA 4					0.5				
20	DOBLILLAR					3				
21	LLEVAR A ATRACADORA					5		X		Esta operación no lo hace el taller, lo terceriza
22	ATRACAR					10				Esta operación no lo hace el taller, lo terceriza
23	LLEVAR A LAVADO INDUSTRIAL					15		X		Esta operación no lo hace el taller, lo terceriza
24	REALIZAR LAVADO INDUSTRIAL					X				Esta operación no lo hace el taller, lo terceriza
25	REALIZAR TINTURADO					X				Esta operación no lo hace el taller, lo terceriza
26	REGRESAR AL TALLER					15		X		
27	LLEVAR A LA MAQUINA 1					0.5		6		
28	HACER OJALES					2	1 OJAL			
29	LLEVAR A LA MAQUINA 5					0.5		6		
30	COSER CINTA					6	4 VUELTAS			
31	COSER PEGA PEGA					4	4 BOLSILLOS			
32	LLEVAR A REMACHAR					5		X		Esta operación no lo hace el taller, lo terceriza
33	REALIZAR REMACHES					5	1 JEAN			Esta operación no lo hace el taller, lo terceriza
34	REGRESAR AL TALLER					5		X		
35	LLEVAR A LA MAQUINA 7					0.5		25		
36	COLOCAR BOTONES					0.5	1 BOTÓN			
37	EMPAQUETAR					X				

Figura 3. Diagrama de actividades del proceso de confección de Jeans industriales
Fuente: Elaboración propia

1.2. Problemas de investigación

Problema General

La empresa de confección textil presenta un bajo índice de productividad en la línea de jeans industrial.

Problemas específicos

- La falta de identificación de los desperdicios presentados en el proceso de confección de jeans industriales.
- El excesivo número de tiempos de valor no agregado en el proceso de confección de jeans industriales.
- El flujo discontinuo entre las estaciones de trabajo en el proceso de confección de jeans industriales.

1.3. Preguntas de investigación

Pregunta General

¿Cuál es el impacto de inserción de la metodología Lean Manufacturing en la productividad en la línea de jeans industriales en la empresa de confección textil?

Preguntas especificas

- ¿De qué manera se puede identificar desperdicios presentados en el proceso de confección de jeans industriales?
- ¿De qué manera se puede reducir los tiempos de valor no agregado en él proceso confección de jeans industriales?
- ¿De qué manera se puede generar un flujo continuo entre las estaciones de trabajo en el proceso de confección de jeans industriales?

1.4. Objetivos de investigación

Objetivo General

Desarrollar una metodología basada en las técnicas lean Manufacturing para incrementar la productividad en la línea de jeans en la empresa de confección textil.

Objetivos específicos

- Reconocer la situación actual, por ende, los desperdicios mediante el mapa de flujo de valor (VSM) del proceso de confección de jeans industriales.
- Implementar la técnica SMED para mejorar la eficiencia de los procesos reduciendo sus tiempos de preparación del proceso de confección de jeans industriales
- Implementar la técnica Heijunka para la generación del flujo continuo entre las estaciones de trabajo en el proceso de confección de jeans industriales.

1.5. Justificación

La empresa de Christian Serge Ibarra Osorio, y en su mayoría, las empresas buscan de manera constante, un método de atender la demanda futura o existente y obtener lo máxima rentabilidad, pero sin la necesidad de afectar de manera significativa sus reservas financieras. Además de poder competir con las empresas extranjeras.

Con estas premisas, nace la idea de crear el proyecto que busca mejorar la productividad de la empresa implementando la metodología Lean Manufacturing para sus procesos, se espera poder obtener una mayor cantidad de producto terminado con el menor número de recursos que dispone la empresa.

Se reconoce que la producción de la empresa no logra abarcar el requerimiento del cliente. Esto detallado en relación con el flujo discontinuo del proceso de confección de jean industriales.

Por este motivo, se propone mediante el VSM y la implementación de Heijunka y SMED, identificar los problemas que se presentan en la empresa con repercusiones en la producción y desarrollar una solución eficiente al caso.

1.6. Alcance y delimitación del tema

La investigación está enfocada en el mejoramiento de la productividad de la empresa Christian Serge Ibarra Osorio con la implementación de las herramientas Lean Manufacturing. El lugar específico donde se desarrolla la investigación es en la ciudad de Lima Metropolitana, en el periodo de los años 2018 y 2019. Se plantea la utilización de documentos anteriores como base, además, el rango de publicación de estos no debe sobrepasar los 5 años del presente. No obstante, se realizarán algunas excepciones con algunos documentos que no cumplan el rango más si se cumpla los requerimientos de la revisión sistemática.

1.7. Hipótesis

Hipótesis General

La aplicación de la metodología Lean Manufacturing incrementará la productividad de la línea de jeans en la empresa de confección textil.

Hipótesis especificas

- Mediante la utilización de la técnica VSM se identifican los desperdicios en el proceso de confección de jeans industriales.
- Mediante la utilización de la técnica SMED se disminuirá el 46.5% el tiempo de producción en el proceso de confección de jeans industriales.
- Mediante la utilización de la técnica Heijunka se aumentará el nivel de producción en un 62% en el proceso de confección de jeans industriales.

CÁPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

El tema central de la investigación es la implementación de la metodología Lean Manufacturing para mejorar la productividad de una empresa enfocada al sector textil, esta metodología al igual que la ingeniería industrial se ha ido renovando y aplicando a lo largo de todos estos años desde su creación. La misión es recolectar los datos suficientes para elegir de manera adecuada las técnicas que eliminen o aminoren los problemas encontrados en el caso.

Investigaciones nacionales

- **Ruiz (2016),** *Implementación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de producción de una empresa de confección de ropa industrial*. En esta investigación se identifica por intermedio del VSM los despilfarros generados en el proceso, se propone un tiempo Takt que satisfaga el requerimiento del cliente y mediante la manufactura celular se mejora el flujo de producción. Se registro un aumento del 24.14 % en la producción de camisas.
- **Carranza (2016),** *Análisis y mejora del proceso productivo de confecciones de prendas t-shirt en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta*. En la investigación se incorpora la metodología Lean por intermedio de las técnicas 5's, SMED y TPM con la finalidad de reducir los desperdicios encontrados, de esta forma, ser más competitivos frente al mercado. Los beneficios se vieron en el incremento del 3% en producción de prendas, el 16% en la eficiencia de los procesos y la reducción de un 71% de paradas innecesarias de máquina.

- **Carvallo (2014)**, *Propuesta de aplicación de conceptos de manufactura esbelta a una línea de producción de Costura de una empresa de confecciones de tejido de punto para exportación*. Se propone realizar la implementación en base a reducir el lead time, las demoras y los inventarios en proceso. Se reconoce al VSM como herramienta fundamental para la identificación de desperdicios y oportunidades de mejora para el proceso productivo además crear un flujo continuo entre las operaciones que agregan valor como propuesta. El resultado es la diminución del nivel de inventario de en proceso en 77% además de la reducción del lead time al 78% de la situación actual.
- **Carbonell. & Prieto (2015),** *Análisis diagnóstico y presupuesto de mejora en el área de confecciones de una empresa textil*. El estudio se reparte en conocer la situación de la empresa, diagnosticar posibles causas y el desarrollo de una propuesta de mejora que optimice la productividad. Se determinó que el taller marca el ritmo al que produce la empresa al ser el área de menor procesamiento. Se reconoce que los excesos de inventario en proceso mensual pueden llegar al 70%, el flujo discontinuo es una constante y los traslados innecesarios son las principales causas. La solución parte con la inclusión de las 5's, efectuar un balance en línea al ptich time, estudio de movimientos y una mejor disposición de planta. Los resultados se reflejaron con el aumento de la productividad en un 19%, la reducción del 6.5% en tiempos de espera y el 12% en eficiencia de mano de obra.

Investigaciones internacionales

- **Giraldo, Saldarriaga & Moncada (2013)**, *Diseño de una metodología de implementación de lean Manufacturing en una pyme (Momentos Classic).* La investigación tiene como objetivo la optimización de la productividad con la

inserción de las técnicas de Lean Manufacturing (5’s, SMED y JIT) al proceso mediante un plan de mejora. En el diagnóstico de los despilfarros se encontraron la falta de capacitación, falta de automatismos y una distribución de áreas ineficiente. La mejora se basa en la aplicación de las 5’s como correctivo para las deficiencias encontradas en la mano de obra y el área de trabajo. Además, la utilización de Kanban para evitar errores en el transporte y nivel de producción es fundamental para la propuesta. Con la implementación, la reducción de los desperdicios en la producción y la mejora de un 65% de la organización. además de que los tiempos y costos se han reducidos.

- **Infante & Erazo (2013),** *Propuesta de mejoramiento de la productividad de la línea de camisetas interiores en una empresa de confecciones por medio de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing*. En esta investigación se dispone el uso de las técnicas Lean para el aumento de productividad en una empresa de confecciones. Para la identificación de desperdicios y las áreas de oportunidad se utilizó el Mapa de flujo de valor teniendo como resultado las esperas, inventarios en proceso y transporte como factores más relevantes para el bajo nivel de productividad. Por intermedio del diagrama de Pareto se identifica las técnicas Lean a utilizar siendo 5´s, SMED, Kaizen, Kanban y Controles visuales las designadas para la propuesta de mejora; el resultado es reflejado en el aumento de la productividad en un 48%, así como la eficiencia de sus trabajadores en un 8%.
- **Tigre & Gaibort (2017),** *Mejora de la productividad con herramientas de manufactura esbelta para el área de confección de bividis en la empresa M&B Textiles.* El proyecto mediante las técnicas Lean Manufacturing se propone determinar las razones que provocan la baja productividad en los procesos de producción generando el desabastecimiento al despacho. Se emplea el estudio de

tiempos, balance en línea, el VSM y una nueva distribución de planta para que por medio de una simulación en un software se convalide los estudios propuesta para la mejora y la viabilidad de este. Los resultados obtenidos de la simulación son los siguientes: Por intermedio de la aplicación de Kanban más la redistribución de ambientes se logró reducir un 45.6% en el costo de transporte. Además, con la adaptación al sistema pull se reduce el inventario en proceso a solo lo requerido por el cliente y no los 131 que son actualmente.

Luego de revisar las investigaciones se llegó a la determinación que para realizar una implementación de la metodología Lean Manufacturing a una empresa de confección textil se excluye la técnica 5's debido a su compleja implementación y el costo de realización además de la constante rotación del personal que se emplea en Mypes textiles en el país lo que dificultaría el aprendizaje este.

2.2. Bases teóricas

Origen de Lean Manufacturing

Durante el siglo XX, el desarrollo de la producción en masa en el rubro automovilístico se contribuye a Henry Ford, Frederick Taylor y Alfred Sloan obteniendo un trabajo estandarizado en las actividades y procesos (Madariaga, 2013).

En el auge de este método, la empresa japonesa Toyota logra diferenciarse con producciones de pequeños lotes en vez de grandes a un precio razonable. Lo obtenido por ellos fue adquirir la estandarización Ford-Taylor conservando los beneficios de la productividad (Rajadell & Sánchez, 2010).

Definición

En 1992, Womack y Jones, en el libro *La máquina que cambio al mundo* emplea por primera vez el termino Lean Manufacturing. Womack & Jones (1996), en el libro, *Lean Thinking*, definen a Lean manufacturing como la capacidad de adaptarse a las necesidades del cliente. En está adecuación se procede a la eliminación de desperdicios con los procesos que no agregan valor.

Para Rajadell & Sánchez (2010), la eliminación de los desperdicios es el principal objetivo de la filosofía, esto es, tomando como desperdicios lo que se considera como una actividad que no cumple con la satisfacción del cliente.

Socconini (2008), lo define como la sucesión de operaciones continuas cual objetivo es la identificación y eliminación de los excesos que abarca toda actividad que no agrega valor, más si un costo y esfuerzo.

Técnicas Lean Manufacturing

La metodología Lean Manufacturing cuenta con una amplia diversidad de técnicas. No obstante, utilizaremos solo algunas de estas. Es fundamental tener claro los conceptos y las estructuras de aplicación de las técnicas con la consigna de cumplir el objetivo de eliminar o reducir los desperdicios. A continuación, se presentará las que utilizaremos en el caso.

Mapa de Flujo de Valor o Value Stream Mapping (VSM)

Para Madariaga (2013), la técnica VSM se basa en el Mapa de Flujo de Materiales e Información de Toyota. Siendo conocida en 1998 por intermedio del libro *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda* de Rother y Shook. Así mismo, Hernández & Vizán (2013) señala que el Mapa de Flujo de Valor provee de una fácil identificación visual de las operaciones que no generan un valor añadido al proceso para

luego suprimirlas y provocar un mejor rendimiento. Por otro lado, según Chen & Meng (2010), la razón de la aplicación del VSM es comprender donde se está situado actualmente y a donde se pretende llegar con la finalidad de conseguir un rumbo eficiente total y no solo ser eficiente en algunas estaciones de trabajos.

Chen & Meng (2010), se distinguen 3 tipos de flujo: material, producto e información. Además, se refiere a que se ha demostrado que su implementación reduce el 50% de los procesos que no agregan valor.

VSM del estado actual

Es el mapeo de la situación actual de los procesos, permite ubicar los excesos o desperdicios en el flujo de procesos además de los cuellos de botella.

VSM del estado futuro

Es la solución al mapeo realizado de la situación actual, una vez reconocido los desperdicios ya sea en material o tiempo de cambio. Es el inicio para la realización de un esquema nuevo de trabajo.

Según Madariaga en su libro *Lean Manufacturing* (2013, p.230) se realiza los siguientes pasos para su implementación.

- Selección de producto o familia de productos
- Graficar el mapa de situación actual
- Generar ideas para mejorar
- Graficar el mapa de situación futura
- Ejecutar el plan de mejora de mejora.

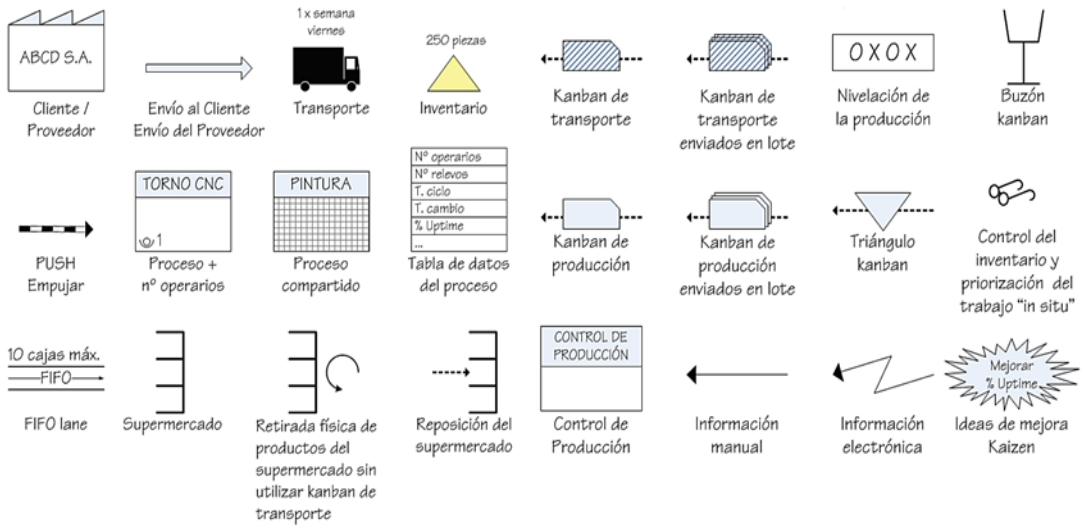

Figura 4. Simbología VSM
Fuente: Madariaga (2013)

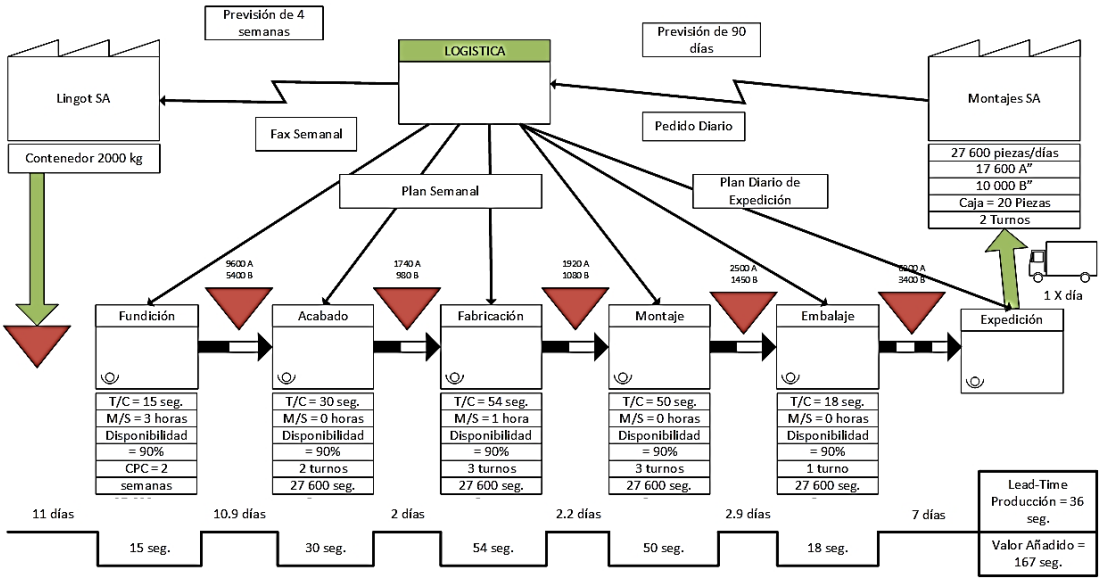

Figura 5. Situación de VSM
Fuente: Rajadell & Sánchez (2010)

SMED (Single-Minute Exchange of Dies)

Según Hernández & Vizán (2013), señala que SMED (Single-Minute Exchange of Dies), es una técnica cuya principal función es reducir los tiempos que no agregan valor al producto. Además, Tekin M., Arslandere, Etlioğlu, Koyuncuoğlu & Tekin E. (2018) explica que Shingo desarrollo SMED con la idea de la producción flexible generando lotes pequeños.

Siendo el paso de mayor importancia el cambio de operaciones internas que se puede ejecutar cuando la maquina está encendida a externas.

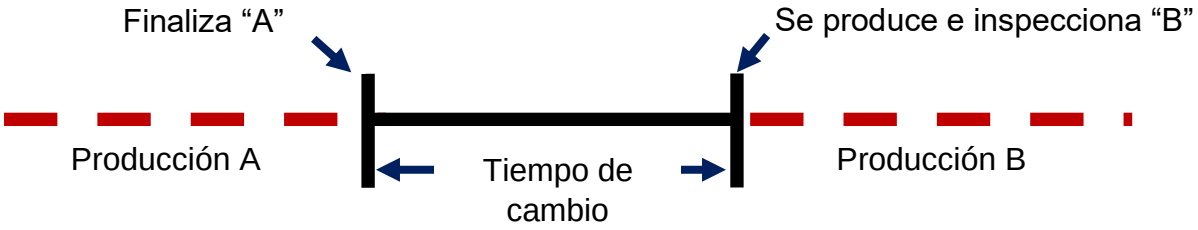

Figura 6. Tiempo de cambio
Fuente: Rajadell & Sánchez (2010)

Cabe señalar que para Rajadell & Sánchez (2010), el tiempo requerido para realizar una operación que signifique un cambio, no es tan exacto como se cree, el tiempo de cambio como también se conoce da como respuesta un aproximado más no algo fijo.

Los beneficios en la aplicación de SMED según Tekin M. et al. (2018, p.538) son los siguientes:

- Capacidad para producir lotes pequeños con tiempos de cambio de molde reducidos (pérdida de espera cero, stock cero)
- Capacidad de producción flexible y entrega a tiempo (cero pérdidas de tiempo)
- Menos inventario debido al trabajo con grupos más pequeños (stock cero)
- Necesita menos capital operativo
- Producción de calidad con mejor mantenimiento del molde (producción sin defectos)
- Área de almacenamiento más regular (stock cero)
- Rápida variedad de productos y ahorro de mano de obra (cero pérdidas)
- Mayor producción (Cero pérdidas de proceso innecesarias)

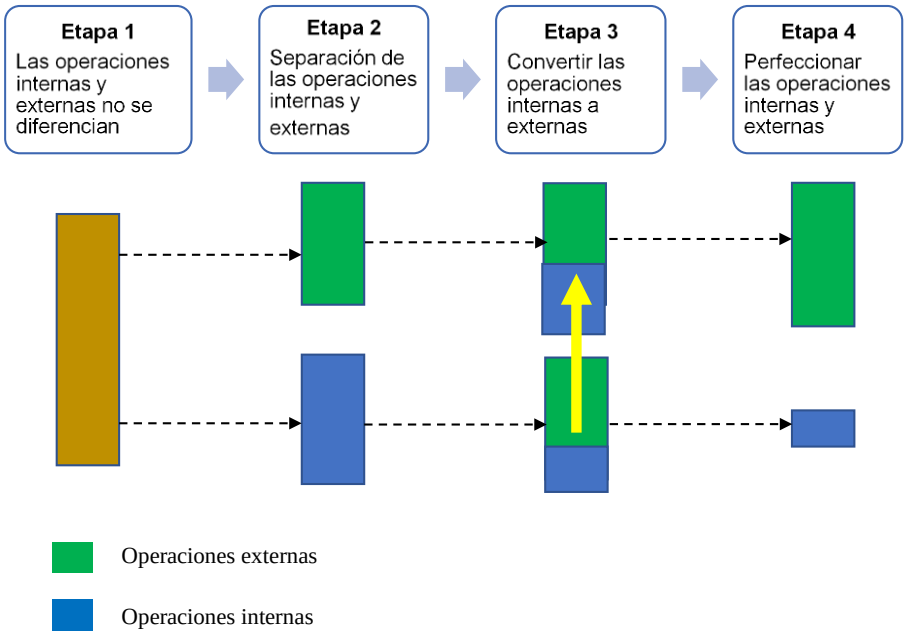

Figura 7. Operaciones internas & externas
Fuente: Rajadell & Sánchez (2010)

Heijunka

Según İşler & Güner (2014), es la técnica que se emplea para la gestión y nivelación de la demanda requerida por el cliente con parámetros de variedad y volumen a lo largo de un ciclo de tiempo, en general, es un día o turno de trabajo. Así mismo, Ruiz (2016) señala las principales ventajas de su inclusión son el mejoramiento de la calidad por el manejo de lotes reducidos, el uso óptimo de recursos y la rápida capacidad de adaptación a cambios en la demanda.

Como lo señala Hernández & Vizán (2013; p.70), la aplicación de Heijunka se puede realizar mediante los siguientes procedimientos con la intención de obtener un flujo constante de producción, ritmo adecuado y un trabajo estandarizado.

- Uso de manufactura celular
- Flujo continuo.

- Producción comparada al tiempo takt.
- Nivelación de producción

Manufactura celular

Según Rajadell & Sánchez (2010), la disposición de los equipos no se debe de establecer por producto, sino de cierta manera que se reduzcan los desperdicios en transiciones internas y se conserve el flujo continuo, en otros términos, organizados por proceso (célula de manufactura). Además, como agrega García (2016), la disposición que propone reduce el desplazamiento innecesario del personal, los transportes entre estaciones, el producto en proceso y el espacio de equipo/maquinaria, entregando un flujo regular de producción.

Células en forma de L	Es factible cuando se trabaja con un solo producto.
Células en forma de U	Permite al operario trabajar con varias maquinas.
Células en forma de Z	Son favorables cuando se requiere una trabajo con maquinarias de gran tamaño.

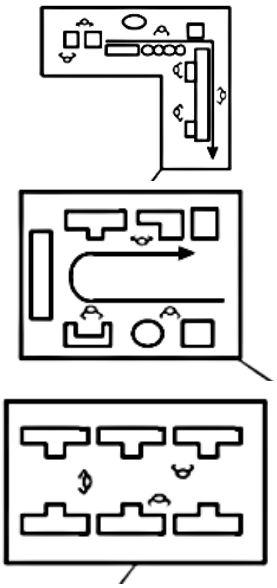

Figura 8. Manufactura celular
Fuente: Socconini (2008)

Según Socconini en *Lean Manufacturing: Paso a Paso* (2008, 195-196), el procedimiento para la inserción de la manufactura celular es el siguiente.

- Efectuar el diagrama spaghetti
- Elaborar el mapa de flujo de valor actual

- Identificar los desperdicios y observar oportunidades de mejora
- Determinación del numero de personal y el tiempo Takt
- Elaborar el mapa de flujo de valor futuro
- Realizar el diseño de la célula de trabajo
- Implementar la célula de trabajo

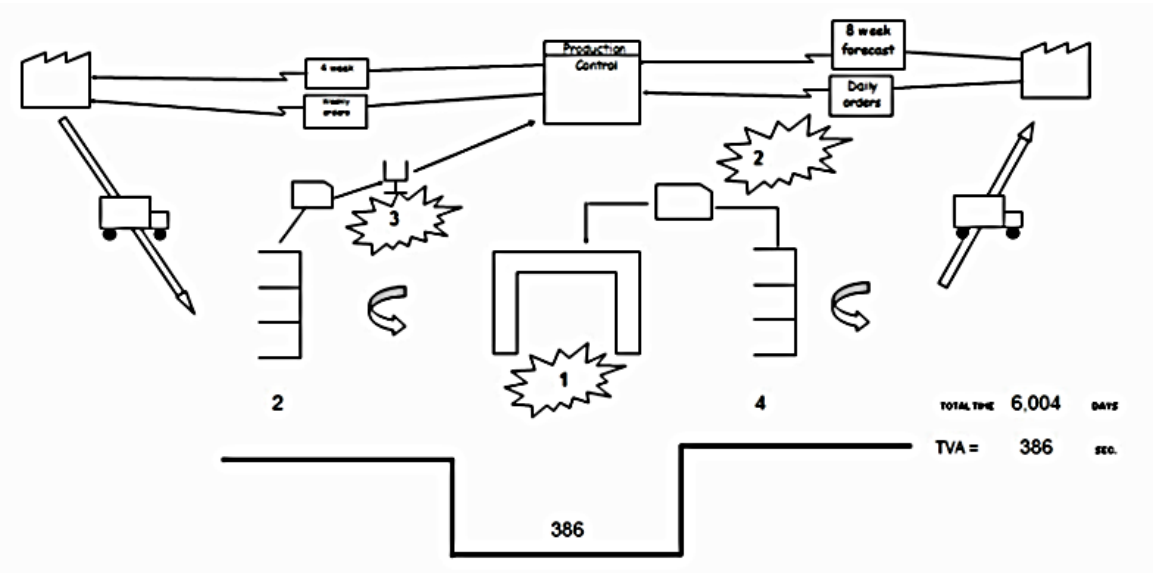

Figura 9. Implementación de célula en el VSM futuro
Fuente: Socconini (2008)

Kanban

Madariaga (2013) define a Kanban como una señal de autorización para producción o transporte de cierta cantidad de un producto. Además, Socconini (2008) implica al sistema Pull como estrategia que facilita el control de producción, adecua los procesos respecto a lo indicado por el cliente y refuerza de manera agresiva el cumplimiento del programa de producción. Su práctica genera ventajas en la gestión de operaciones y comercios en la empresa como se refiere Rahman, Sharif & Esa (2013).

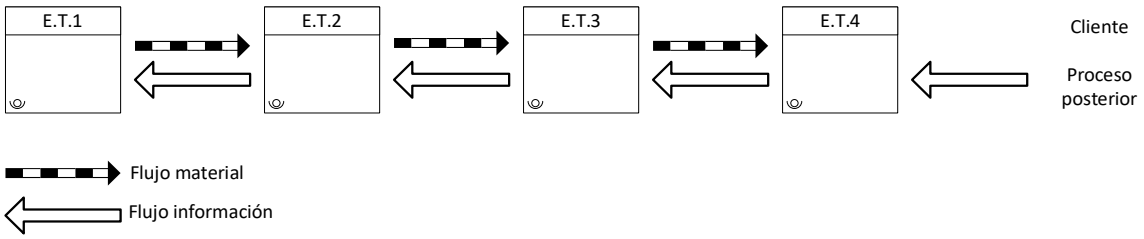

Figura 10. Flujo Kanban de línea de producción con cuatro estaciones de trabajo
Fuente: Rajadell & Sánchez (2010)

En el ejemplo brindado por Rajadell & Sánchez (2010), en la estación 4 direcciona las ordenes de producción tras el pedido, con procedencia del cliente o una estación posterior; al efectuar la orden se solicita otro lote proveniente de la 3. El método se ejecuta a las demás estaciones.

Tipos de Kanban

Según Angeles (2006), los especialistas aún no confirman la cantidad de tipos de Kanban existentes, no obstante, se acepta 2 tipos de manera general de la siguiente denominación.

- Kanban de producción
- Kanban de transporte

En relación con el Kanban de producción, Pinto de los Ríos (2015) menciona que sirve como indicador para el uso del material para el siguiente proceso tomando como variables el tiempo y espacio siendo también nombrado trabajo en proceso. Para el Kanban de transporte, Amado (2018), lo delimita también como indicador, pero solo de las necesidades de material de un proceso a otro precisando señalar de qué manera y a donde será trasladado.

Anaquel de almacén:	*F26-18*	Código de la pieza:	*A5-34*	Proceso:
Núm. de pieza:	*2214*			**MECANIZACIÓN**
Nombre de la pieza:	*Soporte para motor*			
Cantidad por producir:	*200*			

Figura 11. Modelo de Kanban de producción
Fuente: Socconini (2017)

Kanban de transporte			De:
Referencia: ***8969702***			***Almacén 1***
Descripción ***Pedal***			
Modelo: ***Urban classic***			A:
Cant.caja	Tipo Caja	Kanban N°	***Montaje***
50	***400x300x120***	***1/2***	

Figura 12. Modelo de Kanban de transporte
Fuente: Rajadell & Sánchez (2010)

Definición de conceptos

Productividad

La productividad cuenta con diversas definiciones por distintos autores, no obstante, se encuentran relacionas de cierta forma. Fontalvo, De la Hoz & Morelos (2017), esta es referenciada como la conexión que existe entre la producción total y los medios que se utilizaron para obtener aquel nivel de producción, en otros términos, el motivo entre los egresos e ingresos. Carro & Gonzáles (2012), definen a la productividad como la principal cura para el aumento de los rendimientos, las crisis y la obtención de productos sumamente competitivos.

Eficacia y eficiencia

Los dos componentes claves en visualizar la productividad son la eficiencia y eficacia. Como lo señala Gutiérrez (2014), la eficacia es la utilización de los recursos para alcanzar los objetivos planteados. Además, Fontalvo et al. (2017) señala que actúa como medidor de la reacción que tiene la empresa en conseguir los objetivos trazados. Por otra parte, la eficiencia se enfoca en lograr el objetivo meta planteado optimizando al mínimo el empleo de los recursos (Mokate, 1999). En la siguiente figura se visualizará como Gutiérrez (2014) expresa la formula de medición de la productividad:

PRODUCTIVIDAD
$$\boldsymbol{Eficiencia\ x\ eficacia = Productividad}$$ $$\frac{\boldsymbol{Tiempo\ útil}}{\boldsymbol{Tiempo\ total}}\boldsymbol{x}\frac{\boldsymbol{Unidades\ producidas}}{\boldsymbol{Tiempo\ útil}} = \frac{\boldsymbol{Unidades\ producidas}}{\boldsymbol{Tiempo\ Total}}$$

Figura 13. La productividad y sus componentes
Fuente: Gutiérrez (2014)

Desperdicios (Muda)

En el año 1996, Womack y Jones, mencionan que la palabra Muda significa desperdicio o despilfarro, en este caso específico es toda actividad que derrocha recursos, pero no tiene significancia en la satisfacción del cliente. Esto nos da un avance sobre lo que significa desperdicio para la metodología Lean. Taichii Ohno en 1991 en el libro *Sistema de producción de Toyota*, estableció los 7 primeros tipos de Muda o desperdicios, no obstante, en el año 2005 en el libro *Lean thinking* por Womack y Jones se añadió un desperdicio más a la filosofía ya existente.

Tabla 1
Muda

	MUDA
1	Artículos con defectos
2	Sobreproducción
3	Exceso en inventarios
4	Procesamientos innecesarios
5	Movimiento que no generan valor
6	Transporte innecesario
7	Tiempo perdido
8	Talento mal utilizado

Nota. Recuperado de Womack y Jones (2005)

Flujo Continuo

Según Romeo (2013), se entiende como la adhesión de procesos a una secuencia de producción donde los productos se desplazan en lotes unitarios, además, la realización de flujos continuos es la forma más eficiente para la reducción de desperdicios. Cabe agregar, Rajdell & Sánchez (2010) delimita que una dificultad importante en la búsqueda del flujo continuo es una deficiente disposición en planta y la inestabilidad en la velocidad de los procesos.

Tiempo Takt

El timpo Takt es vital en la producción, como referencia Martínez & Colorado (2015), si el tiempo Takt es inferior al tiempo de ciclo se deben de requerir turnos extras para alcanzar la meta de producción, no obstante, si es el primero es mayor que el segundo se producirá tiempos de espera. En otros términos, como señala Socconini (2008), la función del tiempo Takt es la adecuación del sistema de producción al ritmo de la demanda que satisfaga al cliente además de ser la velocidad de compra de este.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.2. Enfoque, alcance y diseño

El enfoque de la investigación es una parte fundamental para verificar a donde se guía y hasta donde es su extensión. De acuerdo con Hernández Sampieri (2014) en la *Metodología de la investigación* se puede reconocer los tres aspectos que tiene la investigación en este caso.

Enfoque

El enfoque del presente es de tipo cuantitativo debido a que se realizara una recolección de datos con la cual se realizara una comparación en base numérica y su respectivo análisis estadístico.

Alcance

La investigación presentada es de alcance explicativo debido a que permite reconocer los motivos de los problemas presentados como las causas y consecuencias, y es sumamente estructurado. Se enfoca en explicar por qué suceden los fenómenos para poder brindar una óptima solución al problema.

Diseño

El diseño del trabajo es Preexperimental, debido a que se realizara una simulación de la solución al problema dado, por consiguiente, la investigación que se enfoca en la mejora de una empresa de confecciones en cuestión de productividad, se realiza una prueba comparando datos recolectados en la empresa actualmente con los de la simulación propuesta.

3.2. Matrices de lineamiento

Tabla 2
Matriz de consistencia

Problema general	Pregunta general	Objetivo general	Hipótesis general	Metodología
La empresa de confección textil presenta un bajo índice de productividad en la línea de jeans industrial.	¿Cuál es el impacto de implementar la metodología Lean Manufacturing en la productividad en la línea de jeans en la empresa de confección textil?	Desarrollar una metodología basada en las técnicas lean Manufacturing para incrementar la productividad en la línea de jeans en la empresa de confección textil.	La aplicación de la metodología Lean Manufacturing incrementará la productividad de la línea de jeans en la empresa de confección textil.	**Tipo de investigación:** Es de tipo cuantitativa **Nivel de Investigación: Explicativa** Se enfoca a el reconocimiento de los factores que afectan la productividad de la empresa textil. **Diseño de investigación**: No experimental-Propositiva (se realiza una propuesta de mejora más no la ejecución de esta). **Universo:** Las empresas de sector textil que vienen operando en el país.
Problemas específicos	**Preguntas especificas**	**Objetivos específicos**	**Hipótesis especificas**	
La falta de identificación de los desperdicios presentados en el proceso de confección de jeans industriales.	¿De qué manera se puede identificar desperdicios presentados en el proceso de confección de jeans industriales?	Reconocer la situación actual, por ende, los desperdicios mediante el mapa de flujo de valor (VSM) del proceso de confección de jeans industriales.	Mediante la utilización de la técnica VSM se identifican los desperdicios en el proceso de confección de jeans industriales.	
El excesivo número de tiempos de valor no agregado en el proceso de confección de jeans industriales	¿De qué manera se puede reducir los tiempos de valor no agregado en él proceso confección de jeans industriales?	Implementar la técnica SMED para mejorar la eficiencia de los procesos reduciendo sus tiempos de preparación del proceso de confección de jeans industriales	Mediante la utilización de la técnica SMED se disminuirá el 46.5% el tiempo de producción en el proceso de confección de jeans industriales.	

El flujo discontinuo entre las estaciones de trabajo en el proceso de confección de jeans industriales.	¿De qué manera se puede generar un flujo continuo entre las estaciones de trabajo en el proceso de confección de jeans industriales?	Implementar la técnica Heijunka para la generación del flujo continuo entre las estaciones de trabajo en el proceso de confección de jeans industriales.	Mediante la utilización de la técnica Heijunka se aumentará el nivel de producción en un 62% en el proceso de confección de jeans industriales.	

Nota, Elaboración propia

Tabla 3
Matriz Operacional

VARIABLES	DEFINICIÓN conceptual	Definición Operacional	DIMENSIÓN	INDICADOR
Lean Manufacturing	Se define como una herramienta basada en el recurso humano, diseñando una propuesta de mejora para un sistema de producción en relación con la identificación y posterior eliminación de desperdicios (Hernández & Vizán, 2013).	Se estima la medición con las técnicas Lean Manufacturing un beneficio en la productividad.	VSM	Lead Time Tiempo de Ciclo
			SMED	Cantidad y Tiempo de operaciones internas Cantidad y Tiempo de operaciones externas
			Heijunka	Cantidad de producción entre periodos
Productividad	Se define como la utilización adecuada de los recursos en posesión para generar el resultado optimo esperado (Gutiérrez, 2014).	Se estima la medición el beneficio de la aplicación de la metodología Lean Manufacturing en la productividad.	Eficacia Eficiencia	$Productividad = \frac{Cantidad\ producida}{Tiempo\ útil}$

Nota, Elaboración propia

3.3. Técnicas e instrumentos

La manera de medición y registro de la producción son a través de formatos. En la que se pueden observar los tiempos de proceso, cantidad de insumos utilizados, tipos de operaciones y las acciones a determinar. La empresa emplea cuatro tipos de fichas para la recolección de datos.

En la implicación de la técnica SMED, se utilizará una ficha de observación donde se debe de indicar el número de operación, tiempo de observación, tipo de operación y la propuesta de una acción de mejora. En la Tabla 22 y Tabla 29, se podrá visualizar el uso de la ficha.

Ficha de observación SMED				
N° Operación	Tiempo Observado (min)	Tipo de operación		Acción por desarrollar
		Interna	Externa	

Figura 14. Ficha de observación SMED
Fuente: Elaboración propia

En las etapas de diseño e implementación de la propuesta de mejora, la técnica Kanban será utilizada como conector de las estaciones ya sean actividades de transporte o de producción. En las tarjetas de transporte indicaran de donde y hacia dónde proviene el producto en proceso, la descripción y la cantidad de este. Así mismo, para el Kanban de producción, este indicara el proceso de transformación posterior, la descripción y la cantidad a producir.

De:	*Corte*
Hacia:	*Costura*
Área:	*Confección*
Codigo:	*A-6*
Nombre de pieza:	*Bolsillo trasero*
Descripción:	*Tela Denim 14 oz.*

Capacidad del contenedor	**Tipo de contenedor**
2 unidades	*Caja de plastico*

Figura 15. Kanban de transporte
Fuente: Elaboración propia

Proceso:	*Coser parte interna*
Depositar en:	*Almacén de inventario en proceso (AIP-5)*
Referencia:	*A-09*
Nombre de la pieza:	*Jeans azules industrial talla M Denim 14 onz.*

Cantidad a producir
1 unidad

Figura 16. Kanban de Producción
Fuente: Elaboración propia

Indica al operario la secuencia de trabajo en cada operación por intermedio de fases. Es importante para visualizar una descripción minuciosa de cada fase del proceso correspondiente además de comparar el tiempo estimado con el real. Permite a los operarios realizar observaciones sobre las incidencias de las demoras en el proceso.

HOJA DE INSTRUCCIONES			
Producto:	Jean industrial 14 onz	Operación:	Corte de tela
Pieza:	Parte interna, externa y bolsillos.		
Máquina:	Cortadora Vertical	Material:	Tela Jean Denim 14 onz.

N.º DE FASE	DESCRIPCIÓN	Tiempo Estimado (Min)	Tiempo Real (Min)
1	Colocar tela en la mesa	0.5	
2	Doblar los pliegos del jean crudo	25	
3	Colocar moldes encima de los dobleces	4	
4	Cortar las piezas	37	
	Total:	66.5	

Observaciones:

Figura 17. Ficha de instrucciones
Fuente: Elaboración propia

3.4. Aplicación del método de implementación Lean Manufacturing

Diseño de propuesta de mejora

Existen varios métodos de implementación para esta metodología, como se pudo apreciar en el punto Bases metodológicas, se verifico que según Womack y Jones (2005), en su libro "Lean Thinking" se divide en 5 etapas la inserción del Lean Manufacturing. Por este motivo, el método de implementación se construirá a partir de 4 etapas relacionando las técnicas para mejorar la productividad en la empresa.

Tabla 4
Diseño de metodología de implementación Lean Manufacturing

Etapas	Descripción	Herramientas
DIAGNOSTICO INICIAL	Se identifica cual es el perfil de la empresa, se realiza un mapeo del proceso (se identifica los problemas y áreas críticas de la empresa).	VSM, Diagrama de Pareto
PREPARAR	Una vez identificado las áreas críticas y desperdicios en la empresa, se proseguirá a diseñar las células de manufactura para su posterior adaptación.	SMED, Heijunka
IMPLEMENTAR	Se implementará las células de manufactura previamente diseñadas para optimizar el espacio y procesos de producción.	Células de Manufactura
CONTROLAR	Se controlará los tiempos de cada actividad y el rango de producción posterior a la implementación de las células confirmando el objetivo trazado.	Heijunka

Nota, Elaboración propia

Etapa 1. Diagnóstico Inicial

Identificación de problemas por medio de Mapeo de flujo de valor (VSM)

Se procede a la identificación de los procesos que actualmente existen. Esto nos dará una visualización en el mapa del estado actual para la realización de cambios y encontrar las oportunidades de mejora.

Tabla 5
Flujo de valor identificando procesos

Proceso	Acción
Cliente	Se encarga de emitir la orden de compra para la empresa.
Proveedor	Entrega de materiales para la producción de jeans industriales.
Jefe de producción	Elaboración de las órdenes de compra de telas y avíos, así como recepción de ordenes de producción por parte del cliente
Almacén de telas	Recepción de rollos de tela de 25m * 2m de 14 onz.
Almacén de avíos	Recepción de cierres, ojales, botones y cintas reflectivas
Corte	Corte de tela en 3 piezas
Costura	Costura de partes, cierre, forros, tiros y pretinas
Servicios tercerizados 1	Remachado, lavado y tintado
Acabados 1	Costura de ojales y cinta reflectiva
Servicios tercerizados 2	Colocado de remaches
Acabados 2	Colocado de botones
Almacén de producto terminado	Productos para entrega

Nota, Elaboración propia

Recolección de datos y realizar el mapa de flujo de valor

El cliente realiza una orden de compra mensual de 1300 pantalones, que se debería de producir en una ratio de 26 días (no se cuenta los domingos) para la realización de la orden. Eso obligaría a producir 50 pantalones diarios para poder sustentar la orden.

Tabla 6
Recolección de datos

Área	Tiempo de cambio
Almacén de avíos – Costura	52 minutos
Almacén de telas – Corte	52 minutos
Corte – Costura	3562 minutos
Costura – Servicios tercerizados 1	3614 minutos
Servicios tercerizados 1 - Acabados 1	1300 minutos
Acabados 1 - Servicios tercerizados 1	676 minutos
Servicios tercerizados 1 – Acabados 2	260 minutos
Acabados 2 - Almacén de producto terminado	52 minutos
Almacén de producto terminado - Despacho	52 minutos

Nota, Elaboración propia

Determinación del tiempo de ciclo (T/C)

Para la realización del tiempo de ciclo se obtendrá de esta forma:

En la Tabla 6, el proceso de almacenaje de avíos demora 52 minutos durante 26 días, entonces se multiplica por 60 para trasladarlo a segundos y se divide por la cantidad requerida (1300 pantalones).

$$Tiempo\ de\ ciclo = \frac{52 * 60}{1300} = 2.40\ seg/pantalónes$$

Tabla 7

Tiempo de ciclo

Proceso	Tiempo de ciclo
Almacén de telas	2.40 segundos
Almacén de avíos	2.40 segundos
Corte	164 segundos
Costura	166.80 segundos
Servicio de terceros 1	60 segundos
Acabados 1	31.20 segundos
Servicio de terceros 2	12 segundos
Acabados 2	2.40 segundos
Almacén de productos terminados	2.40 segundos

Nota. Elaboración propia

Partes del mapa de flujo de valor de situación actual

Teniendo los datos recolectados de los procesos se procede a la elaboración de las partes del mapa de flujo de valor. Se realiza una breve reseña de cada proceso para luego integración en el VSM de la situación actual.

Jefe de producción

Es el encargado de obtener los materiales necesarios para realizar la producción de manera continua en la empresa, encargado de la negociación con los proveedores potenciales, es el encargado de recepcionar los pedidos de los clientes y realizar los papeles necesarios para su correcto archivamiento.

Vía de Información	
Correo electrónico	**Coordinación directa**
Almacén de telas Almacén de avíos Almacén de Producto terminado Servicios tercerizados 1 Servicios tercerizados 2	Corte Costura Acabados

Figura 18. Número de operadores requeridos
Fuente: Socconini (2017)

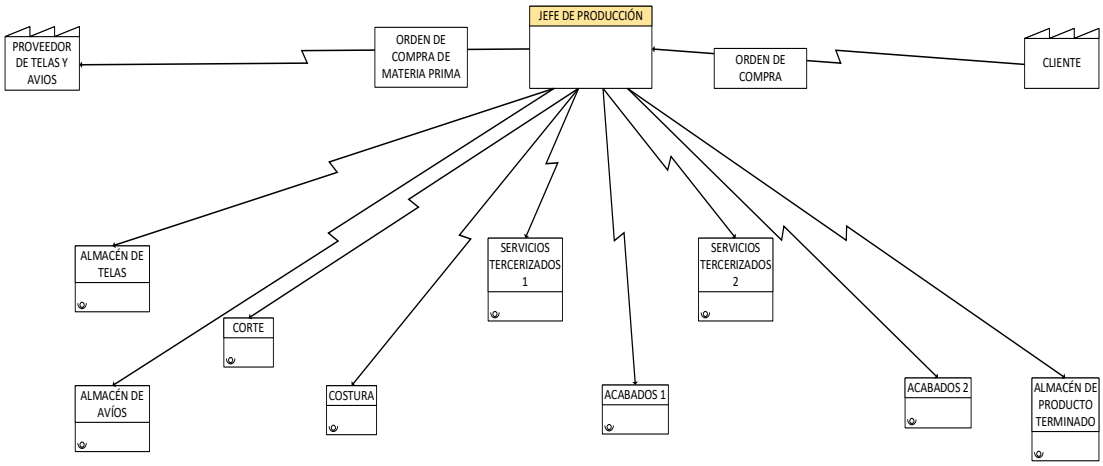

Figura 19. Proceso de Jefatura de Producción
Fuente: Elaboración propia

Cliente

Se encarga de emitir la orden de compra mediante un correo electrónico además de recepcionar los productos provenientes del almacén de productos terminados.

Requerimiento: 1300 pantalones

Modelo: jeans industriales 14 onz. con reflectores

Plazo de ejecución: 26 días

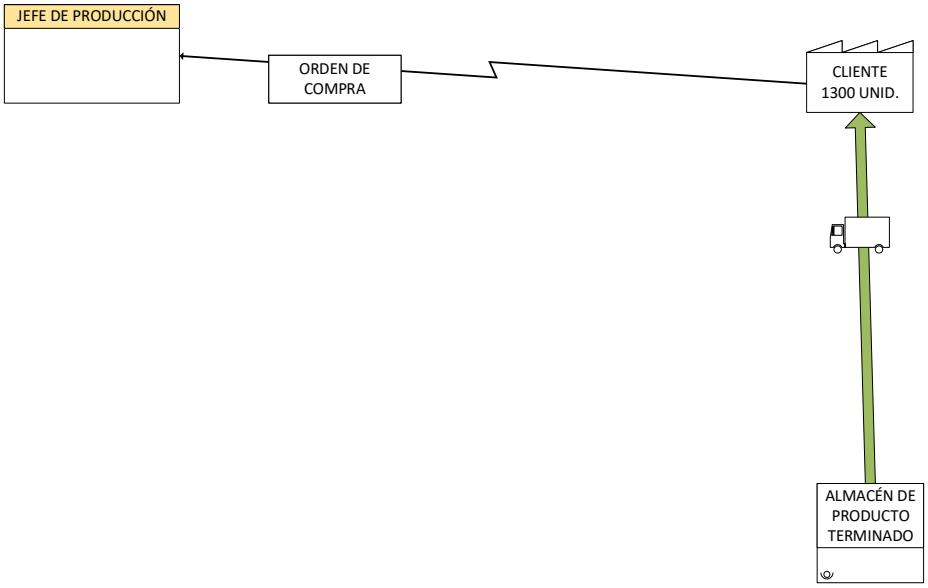

Figura 20. Proceso de Cliente
Fuente: Elaboración propia

Proveedor

Entrega de materiales mediante una orden de compra enviada por el jefe de producción. Son recepcionados por el almacén de telas y avíos.

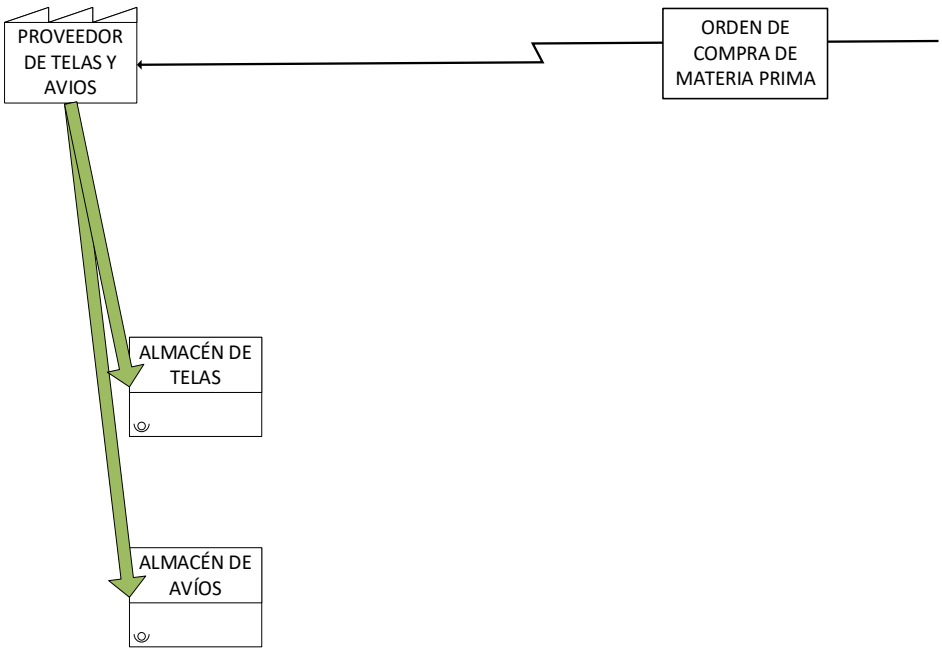

Figura 21. Proceso de Proveedor
Fuente: Elaboración propia

Almacén de telas

Recepción de rollos de telas. Trabaja en conjunto del almacén de avíos como receptor de las solicitudes de las áreas de producción de la empresa.

Tabla 8
Datos de proceso de almacén de telas

Recepción de rollo de tela de 25m * 2m	
Inventario	1 ROLLO
Tiempo de ciclo	2.40 segundos
Tiempo disponible	$7.5\ horas \approx 27\ 000\ segundos$
Operarios	
Turnos	1 TURNO

Nota, Elaboración propia

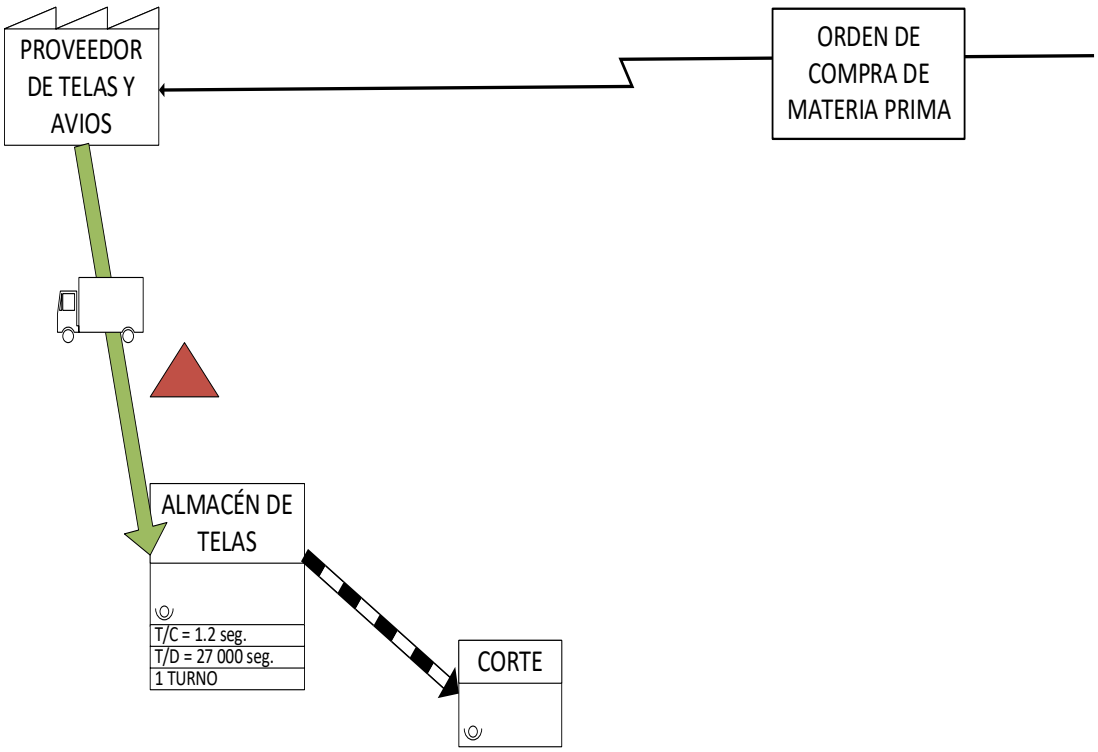

Figura 22. Procesos de Almacén de telas
Fuente: Elaboración propia

Almacén de avíos

Recepción de materiales como botones, cremalleras, hilos, etc. Trabaja en conjunto del almacén de telas como receptor de las solicitudes de las áreas de producción de la empresa.

Tabla 9
Datos de proceso de almacén de avíos

Recepción de cierres, ojales, botones y cintas reflectivas	
Inventario	-
Tiempo de ciclo	2.40 segundos
Tiempo disponible	$7.5\ horas \approx 27\ 000\ segundos$
Operarios	
Turnos	1 TURNO

Nota, Elaboración propia

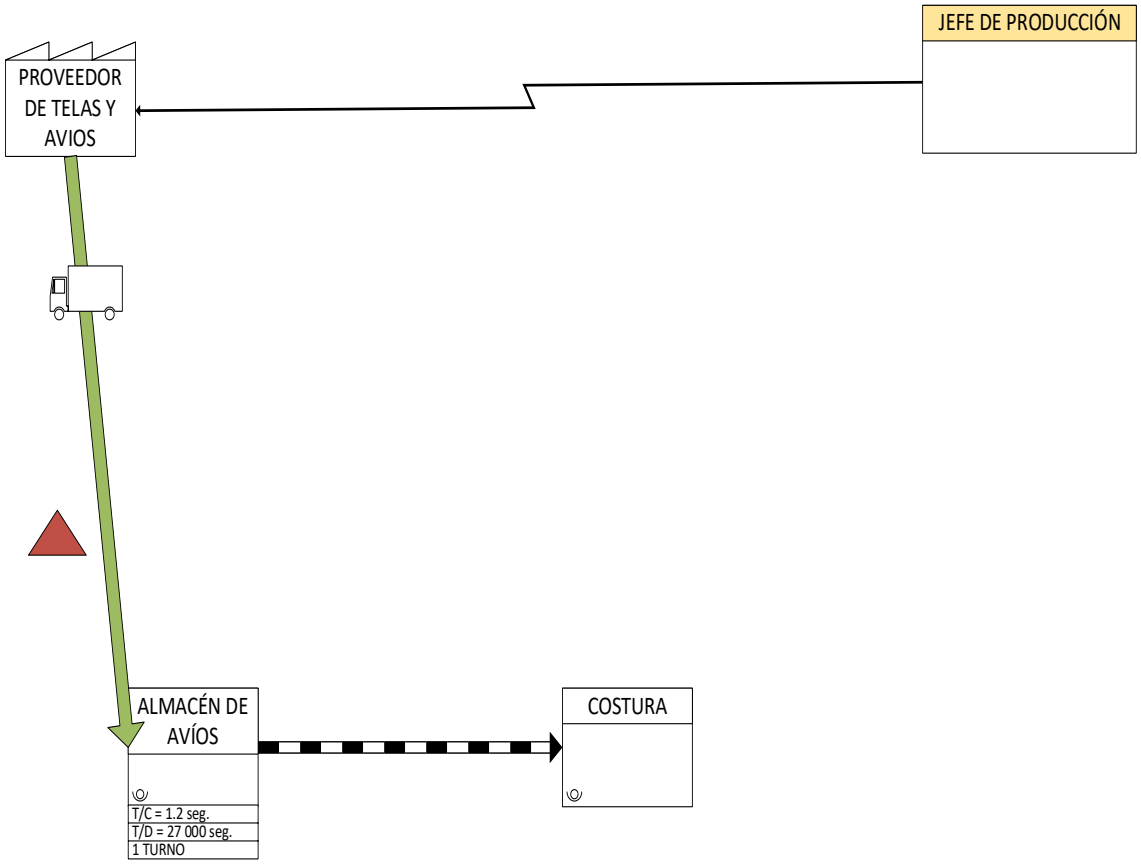

Figura 23. Proceso de Almacén de Avíos
Fuente: Elaboración propia

Corte

En el área de corte, teniendo ya los rollos de jean, brindados por el Almacén de telas, se procede a tajar la tela en los tamaños, modelos y cantidades siguiendo la información dada por el Jefe de Producción. Entre los papeles que brinda dicho jefe está la Orden de Producción y la Ficha Técnica de la prenda a elaborar.

Tabla 10
Datos de proceso de corte

Corte de tela en 3 piezas	
Inventario	102
Tiempo de ciclo	82 segundos
Tiempo disponible	$7.5\ horas \approx 27\ 000\ segundos$
Operarios	
Turnos	1 TURNO

Nota, Elaboración propia

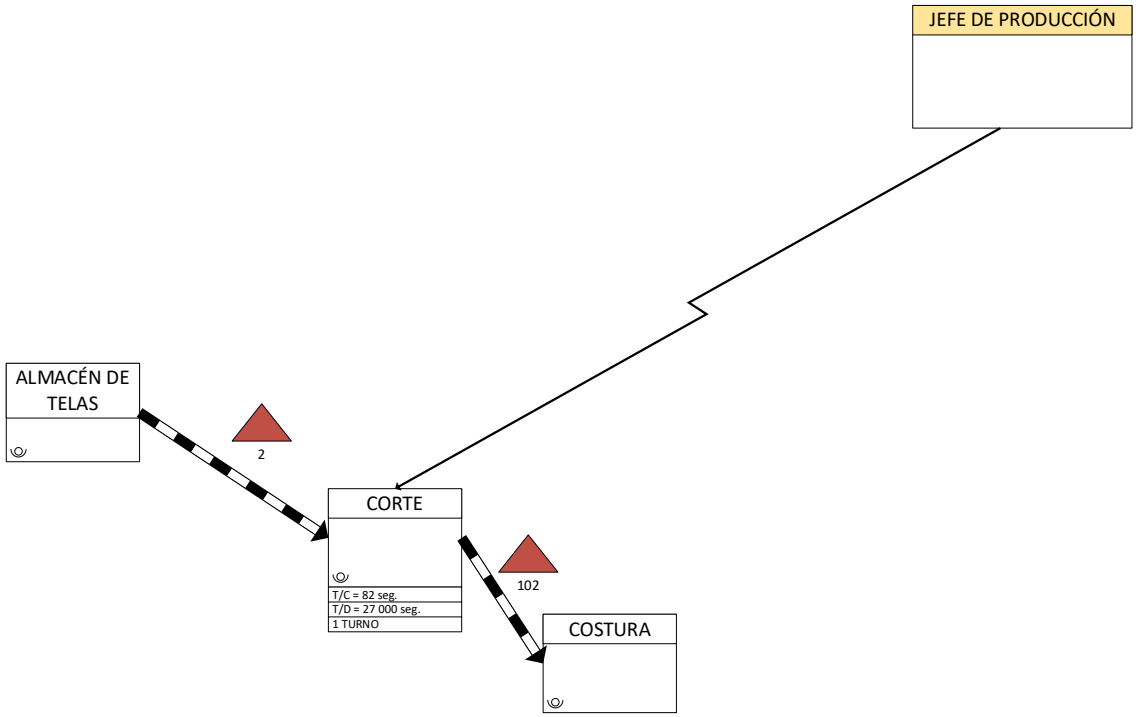

Figura 24. Proceso de Corte
Fuente: Elaboración propia

Costura

Culminada la fase de corte, con las partes de tela cortada, con verificación de la ficha técnica, se empieza a realizar la costura de estás. Previamente se solicita a Almacén de telas y avíos los materiales correspondientes.

Tabla 11
Datos de proceso de costura

Costura de partes, cierre, forros, tiros y pretinas	
Inventario	34
Tiempo de ciclo	83.40 segundos
Tiempo disponible	$7.5\ horas \approx 27\ 000\ segundos$
Operarios	
Turnos	1 TURNO

Nota, Elaboración propia

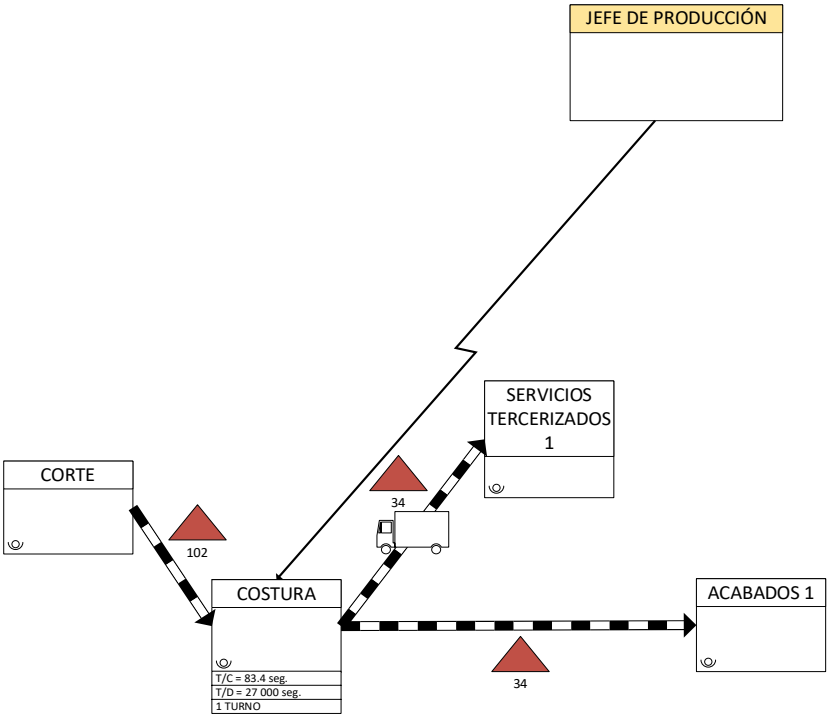

Figura 25. Proceso de Costura
Fuente: Elaboración propia

Servicios tercerizados 1

Al término de la fase de costura, los productos son enviados a realizar el atracado, lavado y tinturado de los mismos mediante un servicio tercerizado.

Tabla 12
Datos de proceso de servicios tercerizados 1

Remachado, lavado y tintado	
Inventario	34
Tiempo de ciclo	27.92 segundos
Tiempo disponible	$7.5\ horas \approx 27\ 000\ segundos$
Operarios	
Turnos	1 TURNO

Nota, Elaboración propia

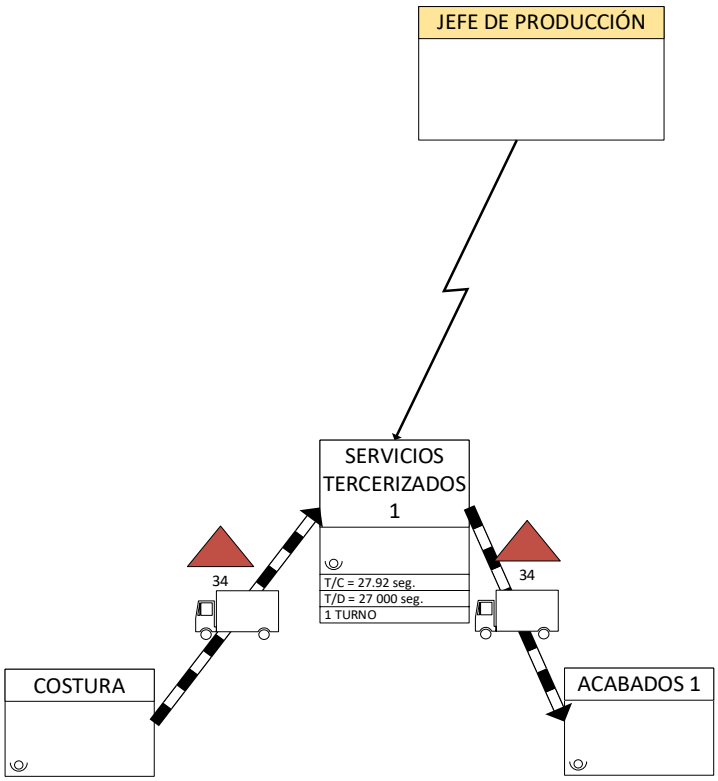

Figura 26. Proceso de servicios tercerizados 1
Fuente: Elaboración propia

Acabados 1

Retornando al taller, se realiza la primera fase de acabados. Esta consiste en colocar el ojal, la cinta reflectiva y pega pega.

Tabla 13
Datos de proceso de acabados 1

Costura de ojales y cinta reflectiva	
Inventario	34
Tiempo de ciclo	15.60 segundos
Tiempo disponible	$7.5\ horas \approx 27\ 000\ segundos$
Operarios	
Turnos	1 TURNO

Nota, Elaboración propia

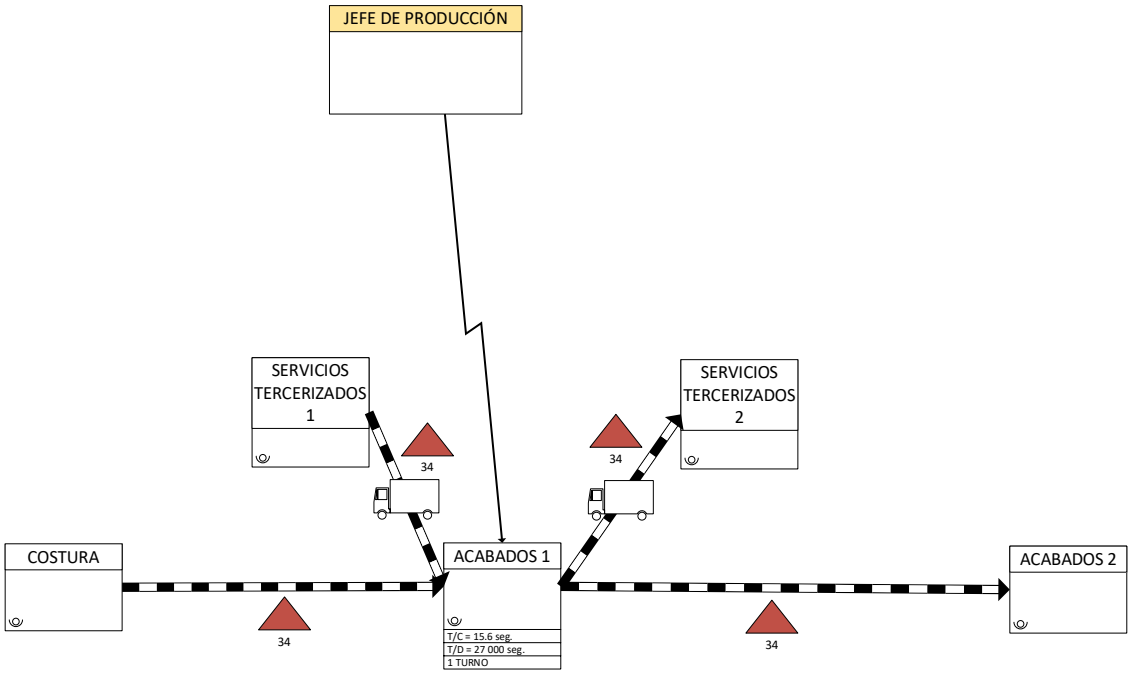

Figura 27. Proceso de Acabados 1
Fuente: Elaboración propia

Servicios tercerizados 2

Al culminar la primera fase de acabados, se envían los pantalones a realizar el proceso de remache por intermedio de un servicio tercerizado.

Tabla 14
Datos de proceso de servicios tercerizados 2

Colocado de remaches	
Inventario	34
Tiempo de ciclo	6.00 segundos
Tiempo disponible	$7.5\ horas \approx 27\ 000\ segundos$
Operarios	
Turnos	1 TURNO

Nota, Elaboración propia

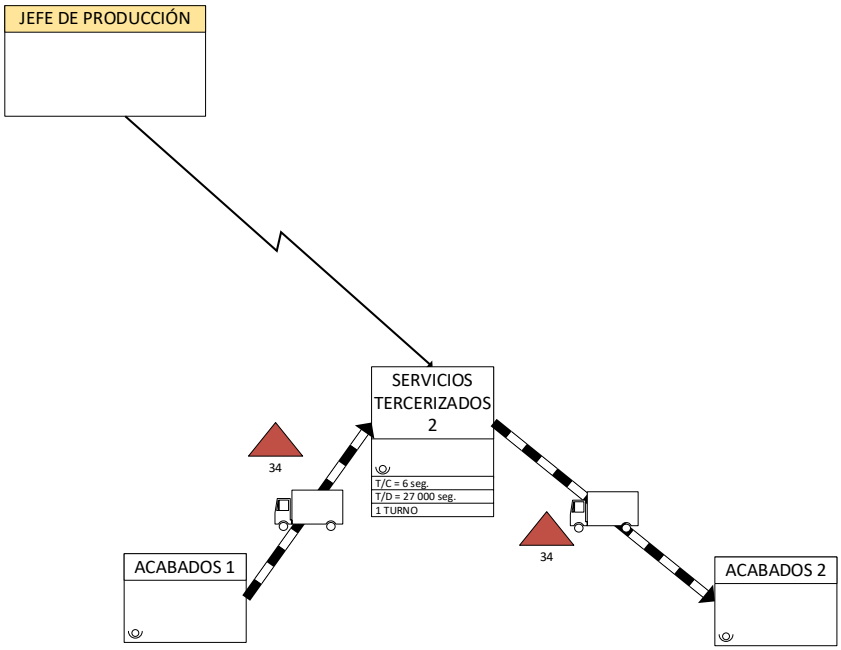

Figura 28. Proceso de Servicios Tercerizados 2
Fuente: Elaboración propia

Acabados 2

Terminado el servicio de remache, el material en proceso es enviado al área de acabados para realizar la segunda fase de acabados. Se realiza el botonado y de esta forma se culmina la fase productiva de los pantalones Jean Industrial.

Tabla 15
Datos de proceso de acabados 2

Colocado de botones	
Inventario	34
Tiempo de ciclo	1.20 segundos
Tiempo disponible	$7.5\ horas \approx 27\ 000\ segundos$
Operarios	
Turnos	1 TURNO

Nota, Elaboración propia

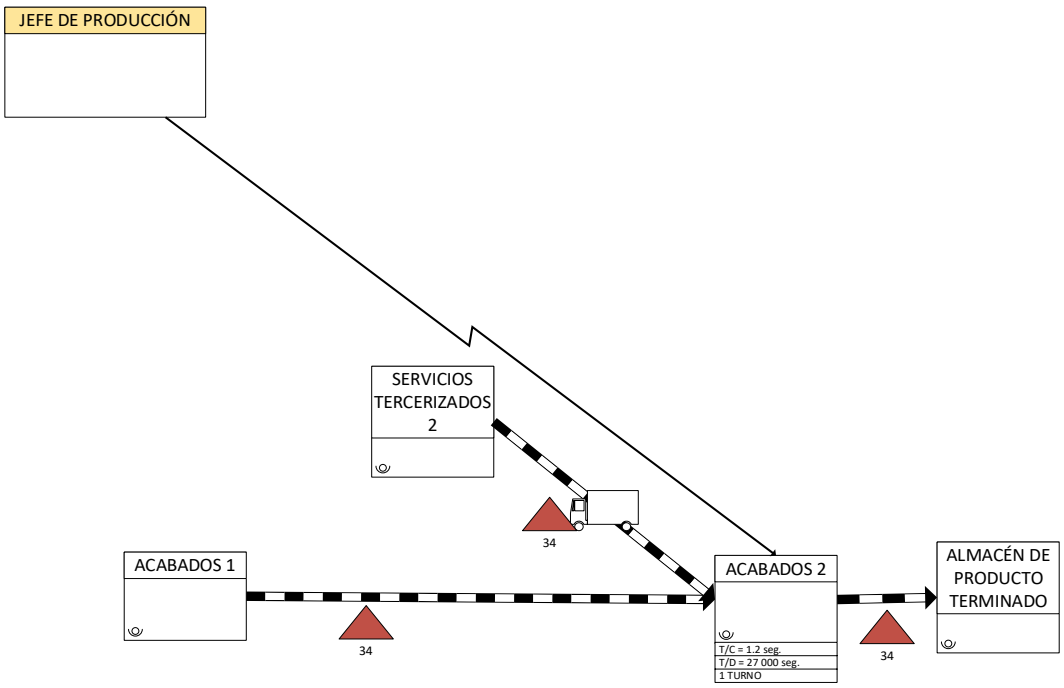

Figura 29. Proceso de Acabados 2
Fuente: Elaboración propia

Almacén de producto terminado

Con los pantalones jean industrial acabados, se procede a enviarlos al almacén de productos terminados para realizar el respectivo conteo de existencias y su empaque. En el caso de que se trate de pedidos en una cantidad mayor a 30 unidades, se envuelven estos pantalones un saco para su respectivo envió al cliente. También en esta área se realiza la documentación de conformidad con la orden de producción omitida por el Jefe de Producción.

Tabla 16
Datos de almacén de producto terminado

Productos para entrega	
Inventario	34
Tiempo de ciclo	1.20 segundos
Tiempo disponible	$7.5\ horas \approx 27\ 000\ segundos$
Operarios	
Turnos	1 TURNO

Nota, Elaboración propia

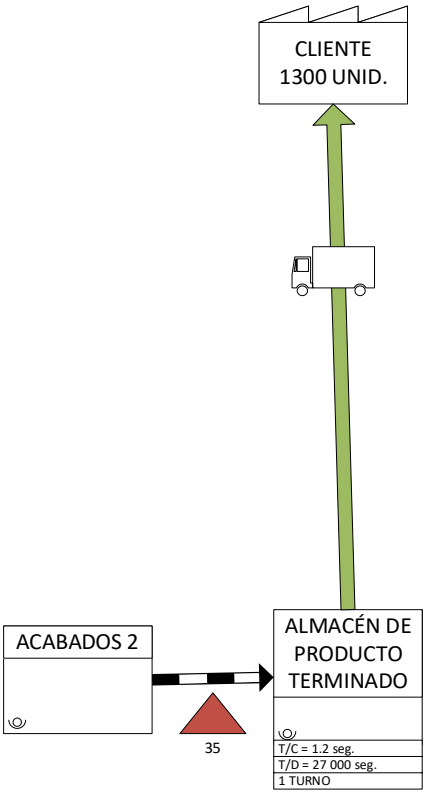

Figura 30. Proceso de Almacén de Producto Terminado
Fuente: Elaboración propia

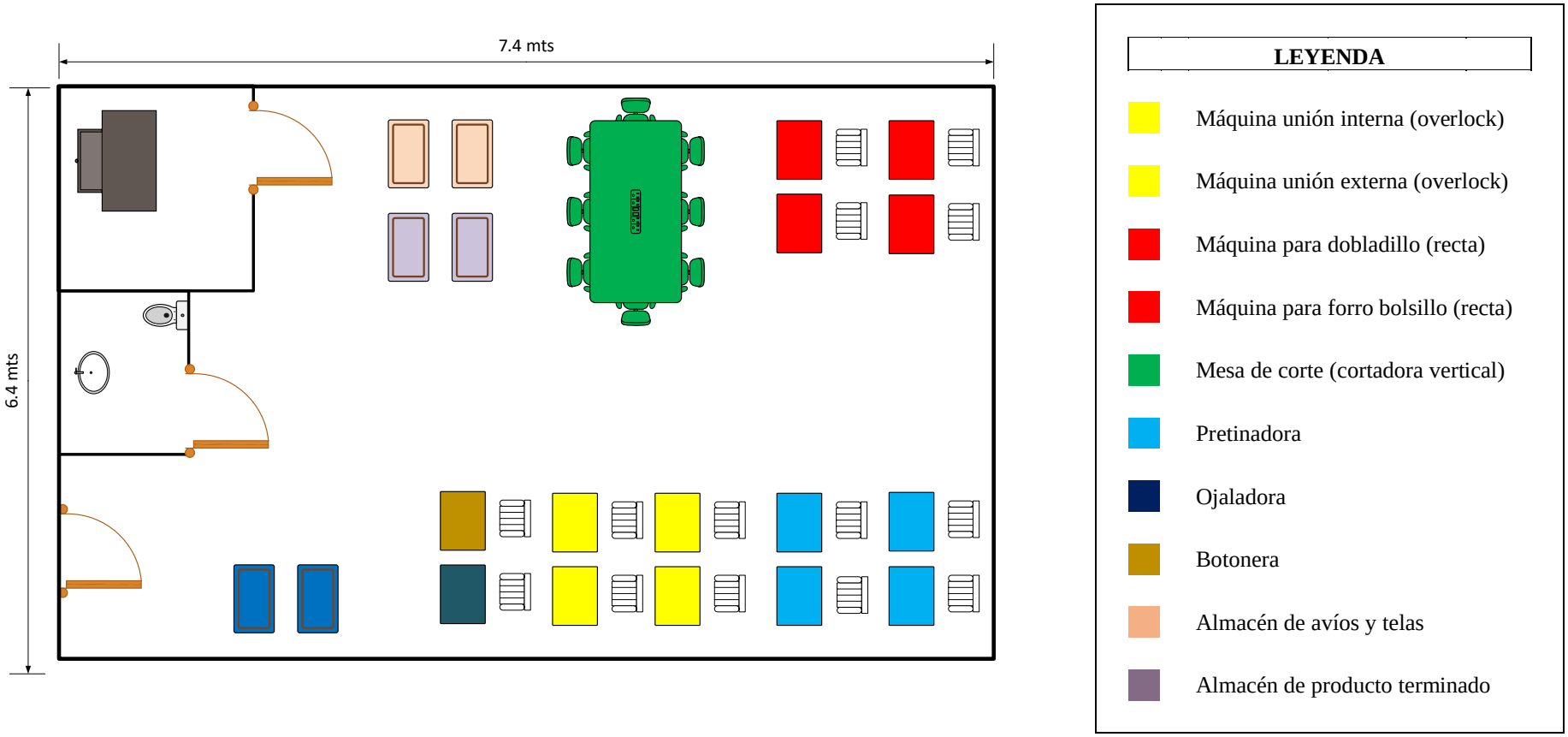

Figura 31. Layout de empresa en situación actual
Fuente: Elaboración propia

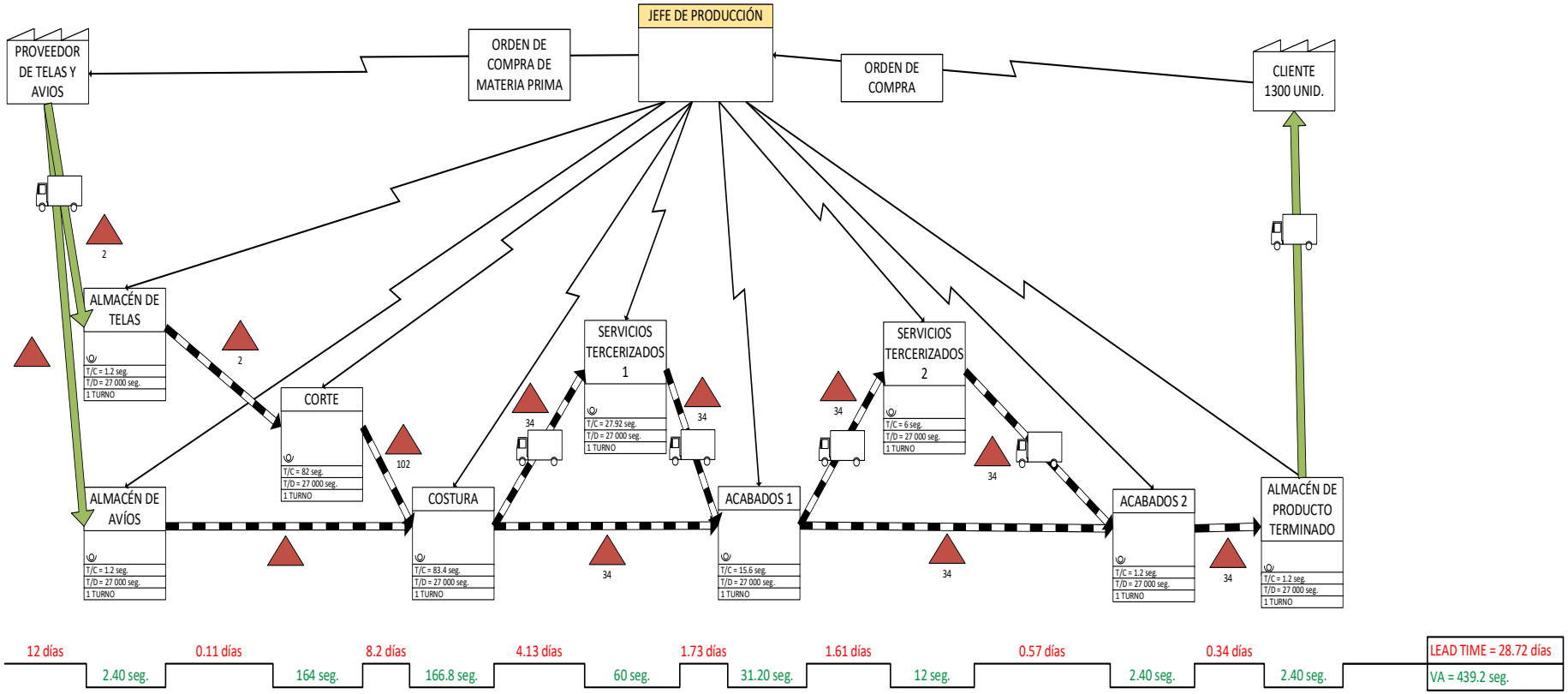

Figura 32. VSM de situación actual
Fuente: Elaboración propia

Indicador

Se establece el indicador porcentual de pantalones entregados para reconocer si se logra el requerimiento del cliente.

Tabla 17
Requerimiento, indicador y formula de producción diaria estimada.

Requerimiento/Indicador/Formula	
Requerimiento	Entregar 1300 pantalones en 26 días
Indicador	% de pantalones entregados a tiempo
Formula	$\frac{N° \ pantalones \ entregados \ en \ 26 \ dias}{N° \ pantalones \ requeridos \ en \ 26 \ dias}$x100%

Nota. Elaboración propia

Tabla 18
Indicador porcentual estimado y producción diaria estimada.

Indicador /Producción diaria	
Indicador	$\%Entrega = \frac{34x26}{1300} * 100 = 70\%$
Producción diaria	$Producción = \frac{1300}{26} = 50 \ uds.$

Nota. Elaboración propia

Meta:

Como se puede apreciar el rendimiento es del 70% del pedido siendo importante el cambio de rendimiento. En relación con la producción diaria, para poder alcanzar el lote de 1300 jeans requerido por el cliente, se debe fijar la producción de 50 jeans diarios en el despacho.

Problemas identificados en el Mapeo de flujo de valor

Como se aprecia en el VSM actual, el tiempo requerido para la elaboración de un pantalón es de 439.20 segundos y cada lote de 34 unidades demora 28.72 días en cruzar la línea de producción para un requerimiento de 1300 pantalones. De todas las operaciones, existen dos que no agregan valor las cuales son el almacenamiento de telas/avíos y el almacenamiento de producto terminado entrando al tipo de muda de NNVA (es necesario, pero no agrega valor). Por consiguiente, el tiempo de valor agregado es el tiempo de ciclo total menos esas dos operaciones.

Tabla 19
Verificación de VSM situación actual.

Rubro	Situación Actual
Lead Time	28.72 días
Tiempo de valor agregado (TVA)	434.40 seg.
Tiempo de ciclo total (TC)	439.20 seg.

Nota. Elaboración propia

Observaciones

- Los procesos de corte y costura son los de mayor duración, por ende, contienen un mayor número de tiempos de valor no agregado además de tener un numero alto de actividades como se observa en la figura (DAP).
- El personal reporto que existe desnivel en la producción de los productos en proceso entre las estaciones de trabajo. Además, se aprecia que las máquinas en las áreas de corte y costura están posicionadas por orden de tipo, esto genera la acumulación de inventario generando cuellos de botella.
- El problema con los operarios ocurre en el área de costura. No todos los costureros están en capacidad de realizar la labor de manera óptima y eso genera desperdicios.

Priorización de causas

Se realizo una encuesta a las personas que tienen relación directa con el proceso de confección de jeans industriales. El objetivo es conocer el parecer de ellos sobre los 7 problemas más relevantes (incluidos los problemas observados con el VSM) dentro del proceso con el fin de confirmar y, sea el caso, adjuntar otro problema no observado para su posterior solución. La encuesta presentaba a los problemas con una numeración del 1 al 5 en la parte derecha. Donde la persona otorga una puntuación siendo 1 el problema más leve y 5 el más prioritario de corregir. En el anexo N° 2 se puede observar la encuesta mencionada.

Tabla 20
Datos recolectados de la encuesta al personal

Causa / Problema / Fenómeno	Datos recolectados
Desnivel en la producción entre estaciones	32
Generación de productos defectuosos	12
Falta de capacitación al personal	24
Recorridos innecesarios	23
Fallas de maquinaria	23
Flujo discontinuo en el proceso	68
Desorden en el área de trabajo	19

Nota. Elaboración propia

Como se visualiza en la Tabla 21, se puede reconocer la frecuencia e importancia de los problemas por la cantidad de puntaje.

Tabla 21
Porcentaje acumulado de encuesta al personal

ID	Posición real (Causas y datos ordenados)	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
P1	Flujo discontinuo en el proceso	68	34%	34%
P2	Desnivel en la producción entre estaciones	100	16%	50%
P3	Falta de capacitación al personal	124	12%	62%
P4	Recorridos innecesarios	147	11%	73%
P5	Fallas de maquinaria	170	11%	85%
P6	Desorden en el área de trabajo	189	9%	94%
P7	Generación de productos defectuosos	201	6%	100%

Nota. Elaboración propia

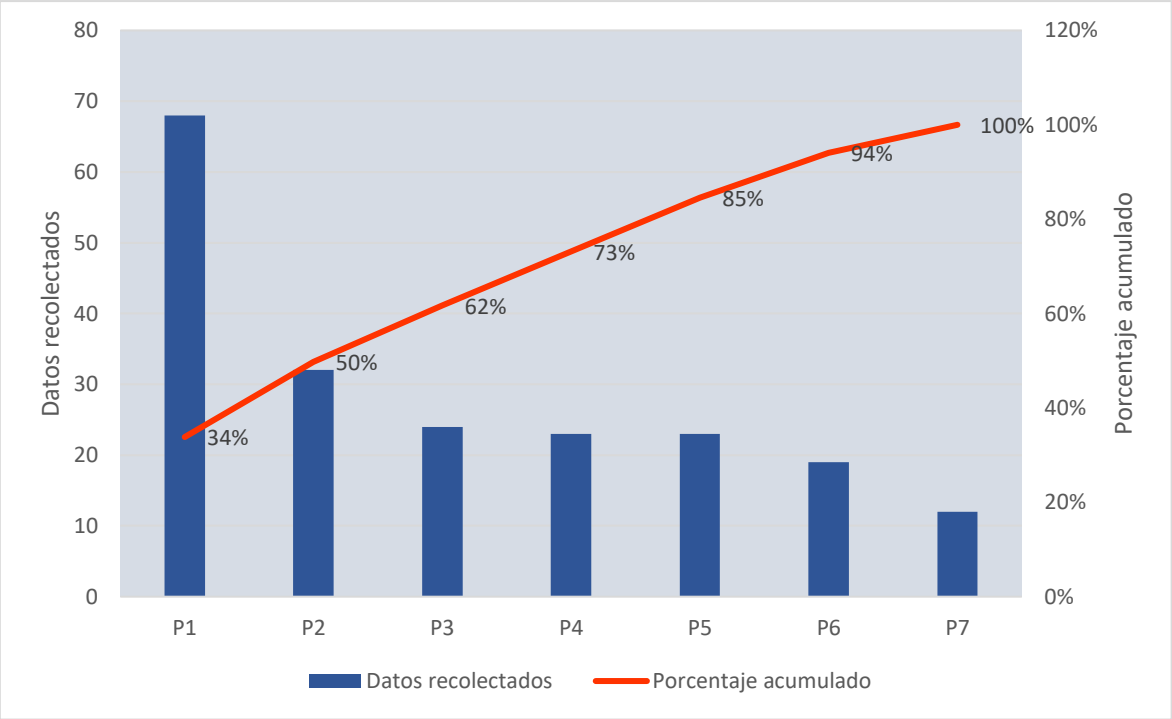

Figura 33. Diagrama de Pareto
Fuente: Elaboración propia

Se identifican que el problema más importante es el flujo discontinuo en el proceso con un 34% liderando el índice de desperdicios, continuo a este encontramos al desnivel en la producción entre estaciones con la falta de capacitación del personal con un 16% y 12% respectivamente. Cabe resaltar que en la etapa de diagnóstico inicial en la implementación de Lean Manufacturing se profundizara la identificación de estos problemas ya en las estaciones de trabajo para la mejora correspondiente.

Categoría	Área	Descripción	Causas	Herramientas
Esperas	Corte Costura Acabados	El flujo discontinuo en el cambio de proceso de producción	El tiempo de producción del área de corte y costura son elevados a comparación con las demás áreas.	VSM SMED HEIJUNKA
Inventario	Corte Costura Acabados	Generación de lote de productos procedente de los procesos.	El nivel de producción entre áreas no es equitativo.	VSM HEIJUNKA
Recursos humanos	Corte Costura Acabados	La eficiencia de los costureros en ciertas operaciones está siendo deficiente.	La capacitación discontinua de los operarios.	Capacitación especializada

Figura 34. Desperdicios vs. Herramientas
Fuente: Elaboración propia

Solución al problema observado

Lo que se propone es eliminar las esperas entre estaciones y que el flujo de producción sea continuo entre las áreas de corte y costura. Con estas premisas se efectúa el SMED para identificar y cambiar la mayor parte de operaciones internas a externas evitando los tiempos de espera. Luego se diseña el VSM de la situación futura, proponiendo la fusión de las áreas de Corte y Costura e implementar el Flujo Continuo mediante Heijunka.

Etapa 2. Preparar

Aplicación de SMED

Por intermedio de SMED, se propuso el reconocimiento de las operaciones internas y externas de producción en los procesos de corte y costura, a causa de que estás disponen de mayor tiempo a comparación de las demás en el flujo. Dando como resultado la suma entera de 290 minutos en total con 11 operaciones internas y 9 operaciones externas.

Tabla 22
Revisión de actividades de situación actual antes de aplicación SMED

N°	Actividad	Tiempo	Int.	Ext.
1	Traer de almacén rollo de jean crudo	5 min	x	
2	Poner sobre la mesa	1 min	x	
3	Doblar pliegos de jean crudo	25 min	x	
4	Poner moldes encima de los dobleces	4 min	x	
5	Cortar moldes con cortadora vertical	37 min		x
6	Separar piezas cortadas	2 min	x	
7	Llevar piezas a máquina 5	2 min	x	
8	Coser cierre	15 min		x
9	Coser forros	25 min		x
10	Llevar a la máquina 6	1 min	x	
11	Coser tiros	5 min		X
12	Llevar a la maquina 2	1 min	x	
13	Coser parte interna	6 min		X
14	Llevar a la maquina 3	1 min	x	
15	Coser parte externa	6 min		X
16	Coser entrepiernas	2 min		X
17	Llevar a la maquina 6	1 min	x	
18	Coser pretinas	5 min		X
19	Llevar a la maquina 4	1 min	x	
20	Doblillar	3 min		X
	TOTAL	290 min	11	9

Nota. Elaboración propia

Se propone la reducción de las operaciones internes mediante la inclusión de una célula de trabajo para obtener un flujo continuo en el proceso productivo.

Aplicación de Heijunka

Desarrollo de célula de manufactura

Se construye la célula de manufactura en referencia a las necesidades evidenciadas en el diagnóstico, precisamente tomando como referencia la observación SMED en la Tabla 22 y el diagrama de actividades de procesos del jean industrial en la Figura 3.

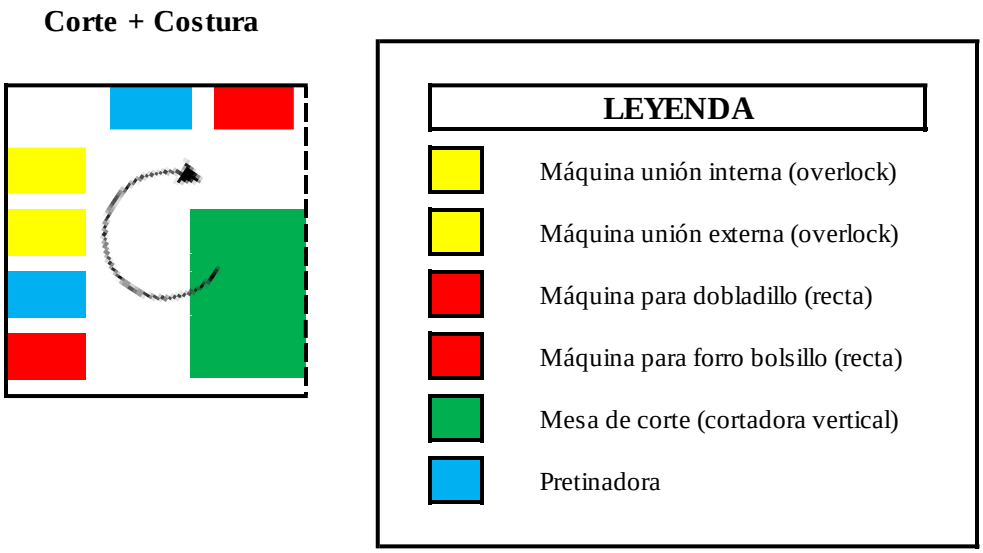

Figura 35. Diseño de célula de manufactura para implementación
Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la creación de la célula, se ubicó la mesa de corte y la mesa de ropas defectuosas en el centro para tener una mejor proximidad con las máquinas de costura. Las máquinas de acabados (ojaladora y botonadora) están desafectadas de la célula debido a que se referencio que el tiempo de estás no superan el Tiempo Takt ideal. El Tiempo Takt ideal para la confección de 50 unidades de pantalones es de 9 minutos.

$$\boldsymbol{Tiempo\ disponible\ x\ día} = 8\ horas - 30\ minutos\ de\ comida\ y\ descanso = 450\ minutos$$

$$450\frac{min}{turno}\ x\ 1\frac{turno}{día}\ x\ 60\frac{segundos}{minuto} = 27000\ segundos$$

$$\boldsymbol{Demanda\ Mensual} = 1300\ piezas$$

$$\boldsymbol{Demanda\ diaria} = \frac{1300\ piezas}{26\ días\ hábiles} = 50\ pantalones/dias$$

$$\boldsymbol{Tiempo\ Takt} = \frac{27000\ segundos}{50\ pantalones} = 540\ seg/pantalón$$

$$\boldsymbol{Takt\ time} = \frac{Tiempo\ neto\ de\ operacion\ por\ periodo}{Requerimiento\ del\ cliente\ por\ periodo}$$

$$\boldsymbol{Takt\ time} = \frac{450\ minutos}{50\ unidades} = 9\ minutos/unidad$$

Figura 36. Tiempo Takt ideal
Fuente: Elaboración propia

El tipo de célula para la implementación es en forma de U, se considera que las máquinas que interactúan directamente sean ubicadas de manera contigua para evitar el desperdicio de tiempo en el traslado y por un tema ergonómico, la rotación de trabajo es de manera antihoraria en una célula y horaria en otra correspondiente a que se comparte la estación de corte.

Para la verificación de la capacidad de la célula, se toma de referencia los tiempos de las actividades correspondientes a los procesos de corte y costura, los tiempos unitarios por unidad producida y se reducen las actividades que no contribuyen al proceso productivo visualizado en la Tabla 22.

Tabla 23
Tiempo de actividades en lote de 34 uds, unidad y célula de 25 unidades

Actividades	34 unidades	Unidad	1 célula/25 unidades
Doblar pliegos de jean crudo	50 min	1.47 min	
Poner moldes encima de los dobleces	8 min	0.24 min	
Cortar moldes con cortadora vertical	74 min	2.18 min	54.41 min
Separar piezas cortadas	4 min	0.12 min	2.94 min
Llevar piezas a máquina 5	4 min	0.12 min	
Coser cierre	30 min	0.88 min	22.06 min
Coser forros	50 min	1.47 min	36.76 min
Llevar a la máquina 6	2 min	0.06 min	
Coser tiros	10 min	0.29 min	7.35 min
Llevar a la maquina 2	1 min	0.03 min	
Coser parte interna	12 min	0.35 min	8.82 min
Llevar a la maquina 3	1 min	0.03 min	
Coser parte externa	12 min	0.35 min	8.82 min
Coser entrepiernas	4 min	0.12 min	2.94 min
Llevar a la maquina 6	1 min	0.03 min	
Coser pretinas	9 min	0.26 min	6.62 min
Llevar a la maquina 4	1 min	0.03 min	
Doblillar	6 min	0.18 min	4.41 min
TOTAL			155.15 min

Nota. Elaboración propia

Se analizará el desempeño de 2 células de manufactura de 25 unidades producidas cada una en 10 ciclos de 45 minutos de trabajo equivalentes a 1 turno laborable con un rendimiento de hasta 7 pantalones entre ambas.

Etapa 3. Implementar

Implementación de la célula de manufactura

A continuación, se reconoce el funcionamiento de las células en el taller. Se procede a determinar un nuevo tiempo Takt acorde al nuevo ritmo de producción, además, se determina el número ideal de operadores con su respectiva asignación de deberes. El fin es la integración de las operaciones de corte y costura.

Determinar el Tiempo Takt y el numero ideal de operadores

Tiempo:	45 minutos
Demanda:	7 pantalones
Tiempo Takt:	6.43 minutos.

Se determina el número de operadores tomando el tiempo por unidad de cada actividad de los procesos, dividiendo luego el resultado de la suma entre el Tiempo Takt de la célula.

Tabla 24
Identificación de numero ideal de operadores.

Proceso	Operación	Actividad	Tiempo	Tiempo Takt
Corte	1	Cortar moldes con cortadora vertical	10.88 min	6.43 min
Corte	2	Separar piezas cortadas	0.59 min	6.43 min
Costura	3	Coser cierre	4.41 min	6.43 min
Costura	4	Coser forros	7.35 min	6.43 min
Costura	5	Coser tiros	1.47 min	6.43 min
Costura	6	Coser parte interna	1.76 min	6.43 min
Costura	7	Coser parte externa	1.76 min	6.43 min
Costura	8	Coser entrepiernas	0.59 min	6.43 min
Costura	9	Coser pretinas	1.32 min	6.43 min
Costura	10	Doblillar	0.88 min	6.43 min
TOTAL			31.03 min	6.43 min

Nota. Elaboración propia

El número de operadores se obtiene al dividir el tiempo total de la célula por unidad por el nuevo Tiempo Takt, dando como resultado 4.82 operadores ≈ 5 operadores por cada célula siendo un total de 10. Ahora se procede a la asignación de responsabilidades a cada operador en el proceso correspondiente.

Balance de línea y asignación de funciones

Con el uso del balance en línea, se procede a determinar el número de funciones que puede realizar cada operador durante un ciclo de producción. El tiempo de trabajo de cada operario debe ser menor al nuevo tiempo Takt.

Tabla 25
Balance en línea y asignación de funciones.

Operario	Tiempo	Tiempo Takt	Funciones
1	6.42	6.43	1
2	6.42	6.43	1, 2, 3
3	6.42	6.43	3, 4
4	6.42	6.43	4, 5, 6
5	5.35	6.43	6, 7, 8, 9, 10

Nota. Elaboración propia

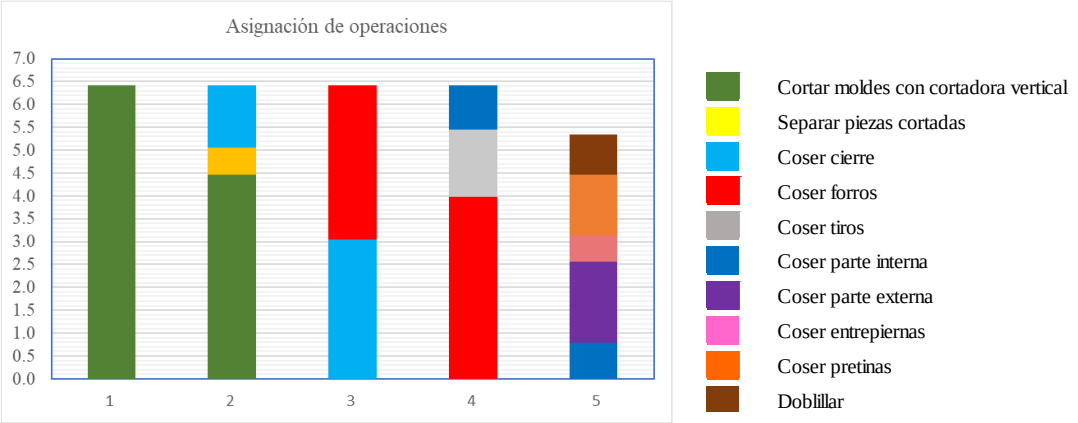

Figura 37. Número de operadores requeridos
Fuente: Socconini (2017)

La producción máxima de pantalones en cada ciclo es de 7, donde los operarios cumplan todos los requerimientos para el proceso de celda, puedan manejar al menos 2 de las 3 máquinas de costura. Debido a que será una persona la encargada de la cortadora vertical y habrán 2 habilitadores.

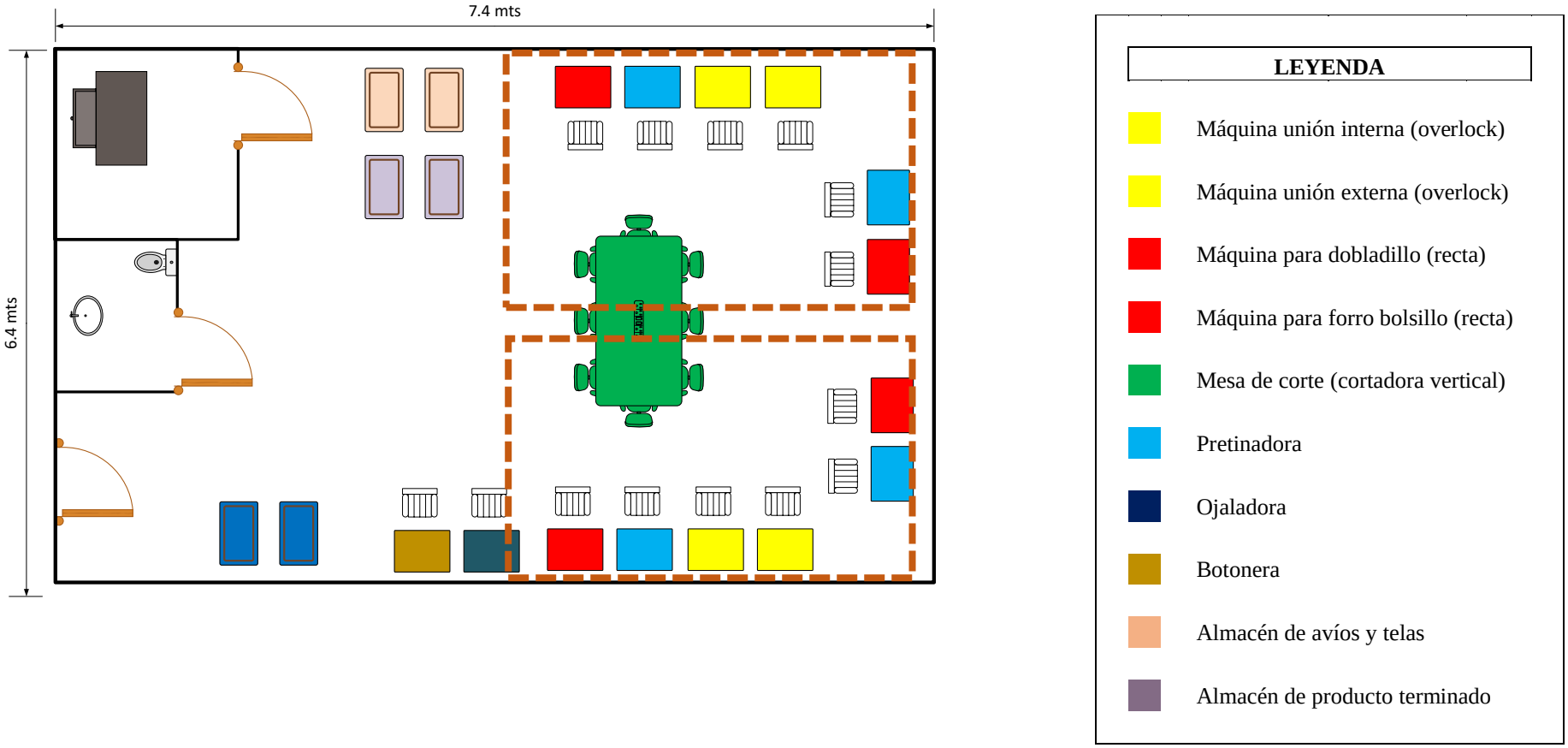

Figura 38. Layout de situación futura
Fuente: Elaboración propia

Integración de las operaciones de corte y costura.

Como se puede visualizar en la Figura 38, la integración de las áreas de corte y costura repartidas en dos células en forma de U.

Etapa 4. Controlar

Control de la célula de manufactura

Se plantea la realización de un control de producción diario del ciclo de la célula de manufactura durante los 3 primeros días, con la comparación de las unidades requeridas por el tiempo Takt parar lograr las 50 unidades meta. Esto para evidenciar el cambio de una mejora en la producción.

Tabla 26
Control de producción luego de aplicación de célula de manufactura

Ciclo	Tiempo	Tiempo Acumulado	Producción	Producción acumulada	Req. Tiempo Takt (Unid/ 45 min)	Req. Tiempo Takt (Unid/ 45 min) Acumulado
1	45.00 min	45.00 min	7	4	5	5
2	45.00 min	90.00 min	7	11	5	10
3	45.00 min	135.00 min	7	18	5	15
4	45.00 min	180.00 min	7	25	5	20
5	45.00 min	225.00 min	7	32	5	25
6	45.00 min	270.00 min	7	39	5	30
7	45.00 min	315.00 min	7	46	5	35
8	45.00 min	360.00 min	7	53	5	40
9	45.00 min	405.00 min	7	60	5	45
10	45.00 min	450.00 min	7	67	5	50

Nota. Elaboración propia

VSM estado futuro

Se procede a la realización del Mapa de Flujo de Valor futuro con la implementación de la manufactura celular, sistema Kanban y la aplicación de SMED**.**

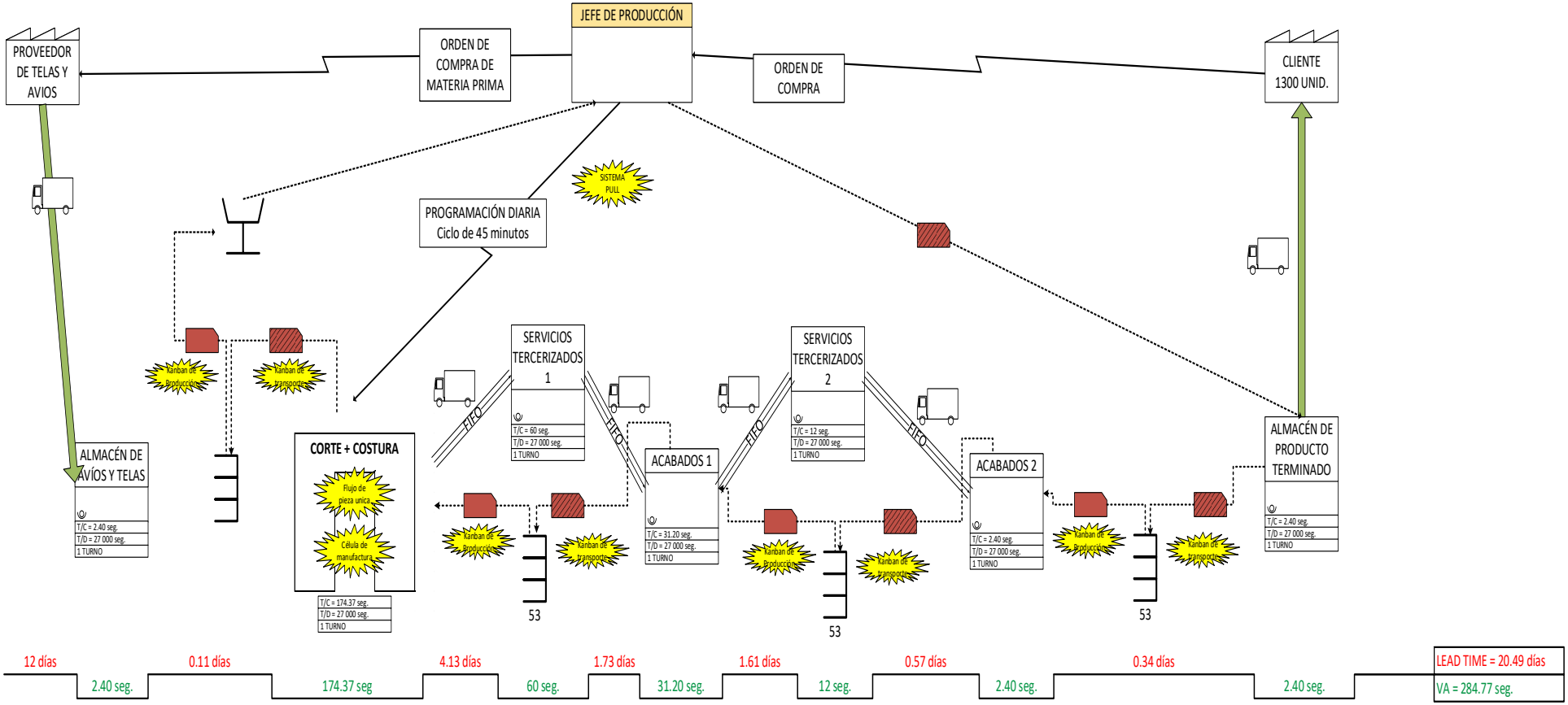

Figura 39. VSM de situación futura
Fuente: Elaboración propia

3.5. Diseño estadístico

Para el diseño estadístico, se realizará en 26 días productivos teniendo como las variables al nivel de producción diario y el tiempo de producción por unidad. Para ello se considerará la producción y tiempos de un mes antes de la implementación de la metodología. Recordar la observación de 3 días al ciclo de producción ejecutado mediante las células. Por este motivo. se programará la simulación de producción después de la implementación a partir del 4to día. A continuación, es identificara los pasos a seguir.

- Identificación de las variables.
- Se realizará el análisis de las variables mediante IBM SPSS Statics v25 en relación con la corroboración de la hipótesis.
- Prueba de t-student en los escenarios antes y después de la implementación.

Para la prueba de hipótesis, se ejecutará la prueba estadística no paramétrica Kolmogorov-Smirnov para verificar la normalidad de las variables.

Análisis de variables antes y después de la implementación Lean con las células de manufactura plantea la aprobación de la hipótesis donde se determina un cambio positivo a la productividad.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1. Resultados de la aplicación de las técnicas

Con el fin de corroborar la mejora de productividad, se tomo como referencia la producción de mes anterior para la comparación con la producción actual luego de la implementación de las tecnicas lean.

Tabla 27
Comparación de unidades y tiempo por unidad antes de implementación

Día	Unidades producidas	Tiempo por unidad
1	33	13.27 min
2	34	12.88 min
3	34	12.88 min
4	34	12.88 min
5	34	12.88 min
6	33	13.27 min
7	32	13.69 min
8	34	12.88 min
9	32	13.69 min
10	34	12.88 min
11	33	13.27 min
12	34	12.88 min
13	32	13.69 min
14	34	12.88 min
15	32	13.69 min
16	33	13.27 min
17	32	13.69 min
18	33	13.27 min
19	33	13.27 min
20	33	13.27 min
21	34	12.88 min
22	32	13.69 min
23	33	13.27 min
24	33	13.27 min
25	33	13.27 min
26	34	12.88 min
Total	862	343.68 min
Promedio	33	13.22 min

Nota, Elaboración propia

Diagnostico mediante VSM de mejoramiento de productividad

Como se aprecia en la Figura 39, para el VSM futuro el tiempo requerido en las estaciones de corte y costura han disminuido de 330.8 segundos (suma de ambas) a 174.37 segundos (célula de trabajo), a raíz de la supresión de los tiempos de traslado entre estaciones. Por otra parte, el tiempo requerido para que el producto cruce la línea disminuyó de 28.72 días a 20.12 días, a causa de la implementación del sistema Pull. Se procedió a determinar el tiempo de valor agregado y el tiempo de ciclo con los cambios generados con la implementación Lean.

Tabla 28
Verificación de VSM situación futura.

Indicador	Situación Futura
Lead Time	20.49 días
Tiempo de valor agregado (TVA)	212.52 seg.
Tiempo de ciclo	217.32 seg.

Nota. Elaboración propia.

Aplicación de SMED en la implementación de la célula

Previo al desarrollo de la célula, se realiza el cambio de la mayoría de los procesos internos entre las áreas de corte y costura en consecuencia mejorar el flujo de producción logrando el objetivo o superar los 50 pantalones jeans diarios propuestos para cumplir con el requerimiento del cliente.

Tabla 29

Fase de operaciones internas a externas luego de implementación SMED.

N.°	Actividad	Tiempo	Int.	Ext.	Ganancia	Acción
1	Traer de almacén rollo de jean crudo	10 min	x			
2	Poner sobre la mesa	1 min	x			
3	Doblar pliegos de jean crudo	50 min		x	50 min	Flujo continuo de producción
4	Poner moldes encima de los dobleces	8 min		x	8 min	Flujo continuo de producción
5	Cortar moldes con cortadora vertical	74 min		x		
6	Separar piezas cortadas	4 min	x			
7	Llevar piezas a máquina 5	4 min		x	4 min	Flujo continuo de producción
8	Coser cierre	30 min		x		
9	Coser forros	50 min		x		
10	Llevar a la máquina 6	2 min		x	2 min	Flujo continuo de producción
11	Coser tiros	10 min		x		
12	Llevar a la maquina 2	1 min		x	2 min	Flujo continuo de producción
13	Coser parte interna	12 min		x		
14	Llevar a la maquina 3	1 min		x	2 min	Flujo continuo de producción
15	Coser parte externa	12 min		x		
16	Coser entrepiernas	4 min		x		
17	Llevar a la maquina 6	1 min		x	1 min	Flujo continuo de producción
18	Coser pretinas	9 min		x		
19	Llevar a la maquina 4	1 min		x	1 min	Flujo continuo de producción
20	Doblillar	6 min		x		
	TOTAL	290 min	3	17	70 min	

Nota. Elaboración propia.

Aplicación de Heijunka en el diseño y funcionamiento de la célula

Se visualizará el plan de producción durante los primeros 3 días de ejecución de la célula de manufactura trabajando en un flujo continuo.

En el primer día, se puede verificar que si hay una mejora en relación con la producción diaria regular de 34 unidades. No obstante, el nivel de producción está alejado del requerimiento diario estimado de 50 unidades. Se puede deducir que los operarios aún están habituándose al dinamismo de la célula.

Tabla 30
Control de producción del día 1 después de la implementación de la célula.

Ciclo	Tiempo	Tiempo Acumulado	Producción	Producción acumulada	Req. Tiempo Takt (Unid/ 45 min)	Req. Tiempo Takt (Unid/ 45 min) Acumulado
1	45 min	45 min	3	3	5	5
2	45 min	90 min	3	6	5	10
3	45 min	135 min	3	9	5	15
4	45 min	180 min	4	13	5	20
5	45 min	225 min	3	16	5	25
6	45 min	270 min	4	20	5	30
7	45 min	315 min	3	23	5	35
8	45 min	360 min	5	28	5	40
9	45 min	405 min	4	32	5	45
10	45 min	450 min	4	36	5	50

Nota. Elaboración propia.

En el segundo día, la producción acumulada es de 48 unidades. Se observa que los operarios están teniendo una mejor adaptación al nuevo ritmo de producción, aunque aún no logra completar el requerimiento diario meta.

Tabla 31

Control de producción del día 2 después de la implementación de la célula.

Ciclo	Tiempo	Tiempo Acumulado	Producción	Producción acumulada	Req. Tiempo Takt (Unid/ 45 min)	Req. Tiempo Takt (Unid/ 45 min) Acumulado
1	45 min	45 min	4	4	5	5
2	45 min	90 min	5	9	5	10
3	45 min	135 min	4	13	5	15
4	45 min	180 min	6	19	5	20
5	45 min	225 min	4	23	5	25
6	45 min	270 min	4	27	5	30
7	45 min	315 min	6	33	5	35
8	45 min	360 min	4	37	5	40
9	45 min	405 min	6	43	5	45
10	45 min	450 min	5	48	5	50

Nota. Elaboración propia

Como se puede apreciar en la Tabla 32, la producción acumulada durante el tercer día es de 53 unidades, siendo superior por 3 al requerimiento diario del cliente.

Tabla 32

Control de producción del día 3 después de la implementación de la célula.

Ciclo	Tiempo	Tiempo Acumulado	Producción	Producción acumulada	Req. Tiempo Takt (Unid/ 30 min)	Req. Tiempo Takt (Unid/ 30 min) Acumulado
1	45 min	45 min	5	3	5	5
2	45 min	90 min	6	9	5	10
3	45 min	135 min	6	15	5	15
4	45 min	180 min	5	20	5	20
5	45 min	225 min	5	25	5	25
6	45 min	270 min	6	31	5	30
7	45 min	315 min	5	36	5	35
8	45 min	360 min	6	42	5	40
9	45 min	405 min	6	48	5	45
10	45 min	450 min	5	53	5	50

Nota. Elaboración propia

Aplicación del diseño estadístico

En el siguiente cuadro se observará el proceso de producción simulado con flujo continuo para los 26 días laborables del mes. Además, se adjunta la producción diaria regular de un mes anterior a la ejecución de la célula.

Tabla 33
Comparación de unidades y tiempo por unidad después de implementación

Día	Unidades producidas	Tiempo por unidad
1	36	8.42 min
2	48	6.32 min
3	53	5.72 min
4	57	5.32 min
5	58	5.23 min
6	56	5.41 min
7	55	5.51 min
8	57	5.32 min
9	52	5.83 min
10	51	5.94 min
11	54	5.61 min
12	52	5.83 min
13	58	5.23 min
14	51	5.94 min
15	55	5.51 min
16	58	5.23 min
17	56	5.41 min
18	52	5.83 min
19	50	6.06 min
20	55	5.51 min
21	50	6.06 min
22	58	5.23 min
23	53	5.72 min
24	55	5.51 min
25	52	5.83 min
26	56	5.41 min
Total	1388	148.95 min
Promedio	53	5.73 min

Nota. Elaboración propia.

Para ratificar la reducción de tiempo de procesos y el aumento de producción con la implementación Lean, se debe realizar la prueba de normalidad a ambas variables antes y después de la inserción de esta. El fin de la prueba es determinar si los casos presentan una distribución normal o no presentan una distribución normal. Se utilizará la prueba Kolgomorov-Smirnov para determinarlo. Se conoce que si el valor de Sig. es menor al nivel de significancia ($\alpha = 0.05$), la relación de datos no se origina de una distribución normal.

Tabla 34

Prueba de Kolmogorov-Smirnov en la diferencia de tiempos de procesos

		Diferencia
N		26
Parámetros normales[a,b]	Media	5.4638
	Desv. Desviación	.28524
Máximas diferencias extremas	Absoluto	.142
	Positivo	.078
	Negativo	-.142
Estadístico de prueba		.142
Sig. asintótica(bilateral)		.188[c]

Nota. Elaboración propia.

Tabla 35

Prueba de Kolmogorov-Smirnov en la diferencia de producción

		Diferencia
N		26
Parámetros normales[a,b]	Media	20.2308
	Desv. Desviación	4.73546
Máximas diferencias extremas	Absoluto	.146
	Positivo	.112
	Negativo	-.146
Estadístico de prueba		.146
Sig. asintótica(bilateral)		.164[c]

Nota. Elaboración propia.

Como se puede observar, en ambos casos el nivel de Sig. son mayores de 0.05 donde corresponde decir que tienen la distribución normal.

Prueba de hipótesis para la reducción de tiempo de proceso de producción por unidad.

El tiempo promedio de producción por unidad antes de la implementación Lean es de 8.7523 min y el tiempo estándar después es de 2.9315 minutos. Mediante la prueba T-Student, si el Sig. es menor a 0.05 se puede deducir que el cambio es significativo.

Tabla 36
Tiempo promedio antes y después de implementación.

Antes	Después
8.7523 min	2.9315 min

Nota, Elaboración propia

Tabla 37
Estadísticas de muestras emparejadas tiempo promedio unitario.

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Antes de la aplicación Lean	8.7523	26	.20751	.04070
	Después de la aplicación Lean	2.9315	26	.31958	.06268

Nota, Elaboración propia

Tabla 38
Correlaciones de muestras emparejadas tiempo promedio unitario

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Antes de la aplicación Lean & Después de la aplicación Lean	26	-.120	.559

Nota, Elaboración propia

Tabla 39
Prueba de hipótesis T-Student de tiempo promedio unitario

Prueba de muestras emparejadas								
Rango	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1	5.82077	.40141	.07872	5.65864	5.98290	73.940	25	.000

Nota, Elaboración propia

Interpretación:

En relación con la tabla N°38, es visualiza una diferencia de 5.82 minutos, siendo una reducción de tiempo de la situación antes de la implementación en comparación con la futura. En el valor Sig. (bilateral), el valor es .000 y como se mencionó en un párrafo anterior, se infiere que el cambio es significativo. Por ende, se rechaza la hipótesis nula y se afirma que la implementación de Lean Manufacturing reduce el tiempo del proceso de confección de jeans industriales.

Prueba de hipótesis el aumento de producción por turno

La producción diaria promedio antes de la implementación Lean es de 33 unidades y la producción diaria después es de 53 unidades. Mediante la prueba T-Student, si el Sig es menor a 0.05 se deduce que la variación es importante.

Tabla 40
Producción diaria promedio antes y después de implementación

Antes	**Después**
33 unidades	53 unidades

Nota, Elaboración propia

Tabla 41

Estadísticas de muestras emparejadas producción diaria promedio

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Después de la aplicación Lean	53.3846	26	4.54380	.89111
	Antes de la aplicación Lean	33.1538	26	.78446	.15385

Nota, Elaboración propia

Tabla 42

Correlaciones de muestras emparejadas producción diaria promedio

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Antes de la aplicación Lean & Después de la aplicación Lean	26	-.163	.426

Nota, Elaboración propia

Tabla 43

Prueba de hipótesis T-Student de producción diaria promedio

Prueba de muestras emparejadas								
Rango	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1	20.23077	4.73546	.92870	18.3180	22.1434	21.784	25	.000

Nota, Elaboración propia

Interpretación:

Como se aprecia, el valor de significancia (Sig,) es menor a .000, además se denota un aumento de 20 unidades entre el antes y el después de la implementación. Se deduce por el nivel de significancia que existe un cambio importante, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se confirma que la implementación de Lean Manufacturing incrementa el nivel de producción del proceso de confección de jeans industriales.

La interpretación general de la Prueba T- Student empleadas en el tiempo promedio unitario y la producción diaria promedio es que la implementación de Lean Manufacturing acrecientan la productividad en el proceso de confección de jeans industriales.

4.2. Resultados en el rendimiento alcanzado

El rendimiento esperado con la implementación de la metodología se refiere teniendo en consideración los resultados de los 26 días requeridos por el cliente.

Tabla 44
Resultados de rendimiento alcanzado

	Antes de Lean Manufacturing	**Después de Lean Manufacturing**	**Rendimiento**
Producción (Pantalones)	862	1388	62%
Tiempo de proceso unitario (min)	343.68	148.95	-43%
Productividad	2.51	9.32	27%

Nota. Elaboración propia.

4.1. Análisis de la relación entre las técnicas y el rendimiento

Con la finalidad de observar la relación entre las técnicas y el rendimiento, se procede a efectuar los cuadros comparativos de la situación actual y la situación futura.

Tabla 45
Diagnostico VSM

Indicador	**Situación Actual**	**Situación Futura**
Lead Time	28.72 días	20.49 días
Tiempo de valor agregado (TVA)	434.40 seg.	212.52 seg.
Tiempo de ciclo total	439.20 seg.	217.32 seg.

Nota, Elaboración propia

Como aprecia en la Tabla 45, el Lead Time varia de 28.72 días a menos de 21 días obteniendo una reducción del 29%. El tiempo de ciclo también sufre una disminución del 51% de la situación actual a la futura.

Tabla 46
Comparación de indicadores en función a SMED

Indicador	Situación Actual	Situación Futura
Operaciones internas	11	3
Operaciones externas	9	17
Tiempo de operación total	290 min	155.15 min

Nota, Elaboración propia

En la Tabla 22, el tiempo de proceso en las operaciones de corte y costura para una producción de 34 unidades son 290 minutos. Con la implementación de SMED se estima la reducción de hasta 70 minutos de tiempo donde la máquina no está en uso o está parada. Teniendo en cuenta que cada célula produce 25 unidades por turno, el tiempo de proceso disminuye hasta 155.15 minutos en referencia a la Tabla 23.

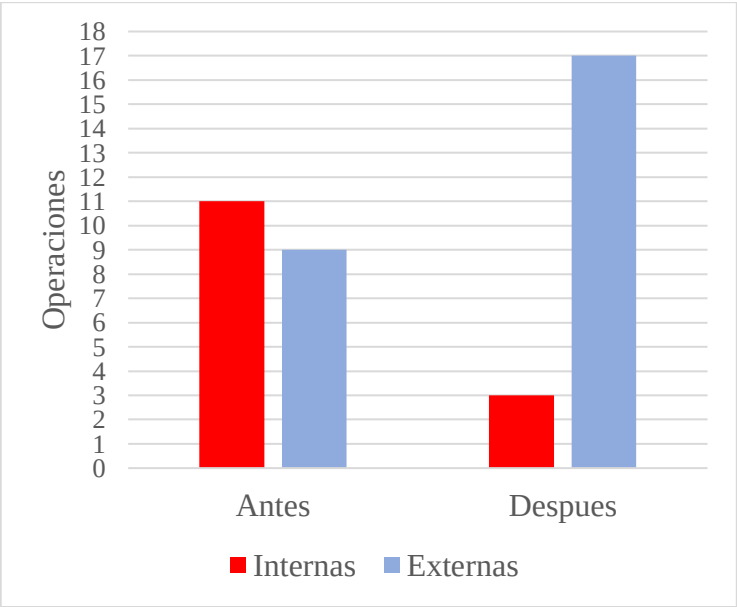

Figura 40. Antes y después op. int. op. ext
Fuente: Elaboración propia.

El efecto de SMED produce una reducción del 72.73% en las operaciones internas y un aumento del 88.9% en las operaciones externas. Además, el tiempo de operación de las fases de corte y costura se reducen en un 46.5%.

Tabla 47

Comparación de indicadores en función en función a Heijunka

Indicador	**Situación Actual**	**Situación Futura**
Producción	862 unidades	1388 unidades
Tiempo de producción / pieza	12.88 min	5.73 min

Nota, Elaboración propia

En la Tabla 27 y Tabla 33, se referencia al incremento de generación de unidades en comparación a la situación actual, se prevé una nivelación de producción adecuada a lo requerido por el cliente en 1300 unidades. Siendo el aumento en la producción del 62% y la reducción del tiempo de producción por pieza de 55.51% un aliciente a lograr el objetivo.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- Se concluye que la utilización de las técnicas VSM, SMED y Heijunka en la implementación de la metodología Lean Manufacturing pueden generar el aumento de la productividad en un 27% en la confección de jeans industriales.
- La aplicación del VSM para el diagnóstico inicial asistió para identificar las causas de mayor relevancia en la baja productividad de la empresa con el apoyo de la herramienta de diagrama de Pareto.
- La aplicación de SMED ayudo a identificar las operaciones internes y externas en el área problemática (Corte y Costura) siendo 11 y 9 respectivamente. Así mismo, se podría llegar a convertir la mayor parte de operaciones internas a externas, siendo el resultado de 3 y 17 correspondientemente en el caso.
- La aplicación Heijunka genero la creación de las células de trabajo con la consigna de reducir el traslado de inventario generando un flujo continuo en el proceso, colmando los requerimientos del cliente además de contribuir a la producción nivelada. Se añade la utilización de Kanban a todo el proceso de producción como pilar fundamental para el funcionamiento de la propuesto.
- El beneficio esperado de la implementación de la metodología es del 62% en producción y en reducción de tiempo del proceso de 43%.

Recomendaciones:

- Así como se estima el aumento de la productividad en la simulación en un 27%, esta puede seguir aumentando gradualmente después de su aplicación utilizando la herramienta KAIZEN, cuyo objetivo es la búsqueda constante de oportunidades de mejora continua en la empresa.
- Se recomienda contar con personal polifuncional para el establecimiento del flujo continuo por intermedio de la célula de manufactura. En la célula del caso se estableció contar con 5 operarios por célula, siendo uno el habilitador y el resto se repartía en funciones de corte y costura.
- Hubo inconvenientes en la recolección de datos debido a que algunos procesos se realizaban fuera del taller, evidenciando la dificultad más importante en el conocimiento certero de los tiempos de estos. Teniendo que basarnos en los comentarios de los operarios para su eventual medición. Se recomienda buscar la continuidad de la toma de tiempos de los procesos mediante registros en lugar de consultar a los operarios debido a que pueden ser inexactos.

BIBLIOGRAFIA

Amado, C. (2018). *Propuesta de mejora en el proceso de confección de prendas en una empresa textil.* Trabajo de Pregrado. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Ángeles, J. (2006). *Sistema Kanban, como una ventaja competitiva en la micro, mediana y pequeña empresa*. Trabajo de Pregrado. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Bonilla, E. (2007). *Diseño de un sistema de producción modular en una mediana empresa de confecciones*. Revista de ingeniería Industrial, (25), 11-32.

Calderón, R., Leyva, V., Miranda, M, & País, C. (2017). *Planeamiento Estratégico para el Sector Textil.* Trabajo de Postgrado. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Carbonell, P. & Prieto, M. (2015). *Análisis diagnóstico y presupuesto de mejora en el área de confecciones de una empresa textil.* Trabajo de Grado. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Carranza, D. (2016). *Análisis y mejora del proceso productivo de confecciones de prendas t-shirt en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta*. Trabajo de Grado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Carro, R. & González Gómez, D. (2012). *Productividad y competitividad*. [Recurso de Aprendizaje].

Carvallo Munar, E. (2014). *Propuesta de aplicación de conceptos de manufactura esbelta a una línea de producción de Costura de una empresa de confecciones de tejido de punto para exportación*. Sinergia E Innovación, 2(1), 52-90.

Chen, L. & Meng, B. (2010). *The Application of Value Stream Mapping Based Lean Production System*. International Journal Of Business And Management, *5*(6).

Dragoilovich, D. & González, D. (2016). *Propuesta de mejoramiento de la planeación del proceso de producción en una fábrica de confección de jeans en la ciudad de Cali*. Trabajo de Grado. Pontificia Universidad Javeriana, Cali.

Facho, G. (2017). *Mejora de procesos en una empresa textil exportadora mediante la metodología Six Sigma.* Trabajo de Grado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Fontalvo, T., De La Hoz, E. & Morelos, J. (2017) *La productividad y sus factores: incidencia en el mejoramiento organizacional.* Dimensión Empresarial, 15(2), 47-60.

García, C. (2016). *Aplicación Lean Manufacturing a una célula autónoma de fabricación de piezas de CN*. Trabajo de Pregrado. Universidad de Sevilla.

Giraldo Sánchez, S., Saldarriaga Monsalve, L. & Moncada Roldán, Y. (2013). *Diseño de una metodología de implementación de lean Manufacturing en una pyme (Momentos Classic).* Trabajo de Pregrado. Universidad de San Buenaventura Colombia.

Gutierrez, H. (2014). *Calidad y productividad.* México: Mc.Graw-Hill / Interamericana Editores.

Hérnandez, J., & Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing conceptos, técnicas e implantación.* España: Fundiciones EIO.

Hérnandez Sampieri, R., Baptista, P., & Fernández, C. (2014). *Metodología de la investigación.* (6th ed.). México McGraw-Hill / Interamericana.

Infante, E. & Erazo, D. (2013). *Propuesta de mejoramiento de la productividad de la línea de camisetas interiores en una empresa de confecciones por medio de la aplicación de herramientas lean Manufacturing*. Trabajo de Pregrado. Universidad de San Buenaventura de Cali.

Işler, M., & Güner, M. (2014). *Heijunka technique from lean production tools and its apparel applications*. Xiiith International Izmir Textile And Apparel Symposium, (13), 353-356.

León, G., Marulanda, N., & González, H. (2017). *Factores claves de éxito en la implementación de lean Manufacturing en algunas empresas con sede en Colombia*. Tendencias, 18(1), 85-100.

Madariaga, F. (2013). *Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*. (pp. 230). Madrid: Bubok Publishing.

Martinez Zapata, M., & Colorado Cano, J. (2015). *Takt Time, el corazón de la producción*. Vía Innova, (2), 60.

Mejía, S. (2013). *Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta*. Trabajo de Pregrado. Universidad Pontificia Católica del Perú.

Mokate, M. (1999). *Eficacia, eficiencia, equidad y sostenibilidad*. Documentos de trabajo del INDES, Series Documentos de Trabajo I-24, Banco Interamericano de Desarrollo: Washington DC.

Ohno, T. (1991). *El Sistema De producción Toyota: Mas allá de la producción a gran escala.* Productivity Press.

Pinto de los Rios, J. S. (2015). *Implementación del método Kanban en las empresas constructoras pequeñas y medianas en la ejecución de un proyecto en Colombia.* Universitat Politécnica de Valencia. (s.f.).

Rahman, N., Sharif, S., & Esa, M. (2013). *Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. Procedia Economics And Finance*, 7, 174-180. (s.f.).

Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). *Lean manufacturing. La evidencia de una necesidad*. España: Ediciones Díaz de Santos.

Romeo, N. (2013). *Aplicación de la metodología "policy deployment" planificación estratégica a un departamento de suministro de materiales para aerogeneradores para reducir inventarios.* Trabajo de Pregrado. Universitat de Vic.

Ruiz. (2016). *Implementación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de producción de una empresa de confección de ropa industrial*. Trabajo de Pregrado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Socconini, L. (2008). *Lean Manufacturing. Paso a paso*. (1st ed.). Guadalajara: Pandora impresores.s.

Tekin, M., Arslandere M., Etlioğlu M., Koyuncuoğlu Ö., Tekin E. (2019*) An Application of SMED and Jidoka in Lean Production*. In: Durakbasa N., Gencyilmaz M. (eds) Proceedings of the International Symposium for Production Research 2018. ISPR 2018. Springer, Cham. (s.f.).

Womack, J., & Jones, D. (1992). *The machine that changed the world*. McGraw-Hill / Interamericana. (s.f.).

Womack. J., & Jones, D. (1996). *Lean thinking: banish waste and create wealth for your corporation*. New York: Simon y Schuster.

Womack, J., & Jones, D. (2005). *Lean solutions:* How Companies and Customers Can Create Value and Wealth Together. New York: Simon y Schuster.

ANEXOS:

ANEXO 1: GLOSARIO

Operaciones sin valor agregado:

Son las actividades realizadas por el personal que se encarga de la producción que incrementa el costo final de los productos.

Cadena de Valor:

Es la cadena de actividades que crean valor desde el inicio hasta el cliente.

Cambio de Trabajo:

Es el cambio entre operaciones que no generan valor en la producción.

Defecto:

Es la característica del producto que no satisface al cliente.

Desperdicio:

La utilización de materia prima o tiempo de producción que no crea valor en la cadena.

Cuello de botella:

Incidente que retrasa el flujo de trabajo.

Lean Manufacturing:

Es el conjunto de técnicas para la reducción de desperdicios al menor costo posible y de esa manera se aumenta la producción.

Mejora continua:

Es el Kaizen, la forma de hacer que la empresa sea más competitiva mediante técnicas revolucionarias.

Muda:

Es el significado de despilfarro o desperdicio en japonés.

SMED:

Es la técnica de reducción de tiempos de cambio.

Tiempo de ciclo de una máquina:

El tiempo que demora la maquina en producir un artículo.

ANEXO 2: CUESTIONARIO

Mediante el pliegue de 5 preguntas se recopilará su opinión con el fin del diseño de una propuesta de mejora.

1. ¿Cuál es el problema que genera mayor retraso en la producción? Siendo 1 la calificación más baja y 5 la calificación más alta.

- [ ] Desnivel en la producción entre estaciones
- [ ] Generación de productos defectuosos
- [ ] Falta de capacitación al personal
- [ ] Recorridos innecesarios
- [ ] Fallas de maquinaria
- [ ] Flujo discontinuo en el proceso
- [ ] Desorden en el área de trabajo

2. ¿Cuál es el problema de mayor urgencia a solucionar en su estación de trabajo? Siendo 1 la calificación más baja y 5 la calificación más alta.

- [ ] Desnivel en la producción entre estaciones
- [ ] Generación de productos defectuosos
- [ ] Falta de capacitación al personal
- [ ] Recorridos innecesarios
- [ ] Fallas de maquinaria
- [ ] Flujo discontinuo en el proceso
- [ ] Desorden en el área de trabajo

3. ¿Cuál es el problema más viable para solucionarse en el corto plazo? Siendo 1 la calificación más baja y 5 la calificación más alta.

- [ ] Desnivel en la producción entre estaciones
- [ ] Generación de productos defectuosos
- [ ] Falta de capacitación al personal
- [ ] Recorridos innecesarios
- [ ] Fallas de maquinaria
- [ ] Flujo discontinuo en el proceso
- [ ] Desorden en el área de trabajo

4. ¿Cuál es el problema que solucionándolo otorgaría al proceso un incremento de sus actividades productivas? Siendo 1 la calificación más baja y 5 la calificación más alta.

- [ ] Desnivel en la producción entre estaciones
- [ ] Generación de productos defectuosos
- [ ] Falta de capacitación al personal
- [ ] Recorridos innecesarios
- [ ] Fallas de maquinaria
- [ ] Flujo discontinuo en el proceso
- [ ] Desorden en el área de trabajo

5. ¿Cuál es el problema que usted cree que solucionándolo reduciría los desperdicios en el proceso? Siendo 1 la calificación más baja y 5 la calificación más alta.

- [ ] Desnivel en la producción entre estaciones
- [ ] Generación de productos defectuosos
- [ ] Falta de capacitación al personal
- [ ] Recorridos innecesarios
- [ ] Fallas de maquinaria
- [ ] Flujo discontinuo en el proceso
- [ ] Desorden en el área de trabajo

ANEXO 3: Ficha de tarea de investigación

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ

FICHA DE TAREA DE INVESTIGACIÓN

FI-00178

Facultad: INGENIERÍA

Carrera: Ingeniería Industrial

Sede: Lima

Título: Mejora de la productividad en la linea de jeans en una empresa de confección textil aplicando la metodología de Lean Manufacturing

Competencias: Gestión de Operaciones

Datos del responsable de llenar la ficha

Nombres: Jose Pedro Huaripata Chugnas
Código Docente: c11091
Correo: jose_huaripata@hotmail.com
Teléfono: 952309444

Número de estudiantes posibles a participar en este trabajo: 2 estudiantes

Palabras Clave	Repositorios
Proceso	RENATI
Productividad	RENATI
Producción	RENATI
Optimización	RENATI
Calidad	RENATI

Sobre el trabajo de investigación

El trabajo tiene perspectivas de continuidad después que el alumno obtenga el Grado Académico para la titulación por la modalidad de tesis:	Sí
Contribuye a un trabajo de investigación de una Maestría o un doctorado de algún profesor de la UTP:	No
Está dirigido a resolver algún problema o necesidad propia de la organización:	No
Forma parte de un contrato de servicio a terceros:	No

Corresponde a otro tipo de necesidad o causa:
Entender el problema de los procesos productivos de jeans en una empresa industrial de confección textil y proponer alternativas de mejora

Objetivos y propósitos del trabajo de investigación:
a. El alumno entenderá y explicará los procesos productivos de jeans en una empresa de confección textil b. El alumno determinará cuales son los problemas que se dan en los procesos productivos de jeans en una empresa de confección textil c. El alumno planteará una mejora en los procesos productivos de jeans en una empresa de confección textil

Primeros pasos para la realización del trabajo de investigación:

a. Investigar sobre casos o estudios ya realizados sobre el problema planteado, teniendo como apoyo las palabras clave b. Investigar, bibliografía, sobre los procesos productivos de confección textil realizados en empresas del sector de confecciones que se aplican en Perú y Colombia. c. Plantear un problema que haya detectado y presentar alternativas de solución d. Escribir un informe de su investigación hecha sobre los procesos productivos de jeans en una empresa de confección textil

Recomendaciones para el trabajo de investigación:
Solamente se requiere conocer los procesos productivos de jeans en una empresa del sector de confección textil, y centrar la investigación sólo en ese aspecto

Aprobación de ficha de investigación

(Llenado y aprobado por la Dirección Académica)

Nombres:

Código:

Cargo:

Fecha de aprobación:

Estado: